

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

21.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 6月26日

REC'D 06 AUG 2004

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-183158
[ST. 10/C]: [JP 2003-183158]

WIPO PCT

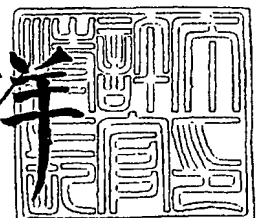
出 願 人
Applicant(s): 株式会社リコー

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2004年 7月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願

【整理番号】 0301122

【提出日】 平成15年 6月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明の名称】 画像形成装置

【請求項の数】 15

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

【氏名】 新行内 充

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

【氏名】 大橋 幹夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

【氏名】 野田 浩司

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 230100631

【弁護士】

【氏名又は名称】 稲元 富保

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038793

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809263

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液滴吐出ヘッドから複数の滴を連続して吐出させ、着弾前にマージさせて 1 つの滴を形成することが可能な画像形成装置において、複数の滴を連続して吐出するときに、最終滴以外の滴で少なくとも 1 滴は、先行する滴に対して加圧液室の共振周期を T_c としたとき、約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔 ($n=1$ 以上の整数) で吐出させることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の画像形成装置において、最終滴以外の滴で少なくとも 1 滴は、先行する滴に対して $1.5 T_c$ 間隔で吐出させることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の画像形成装置において、先行する滴に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出する滴以外の滴は、当該滴に先行する滴に対して約 $(m \times T_c)$ 間隔 ($m=1$ 以上の整数) で吐出させることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の画像形成装置において、第 1 滴目は、前記加圧液室を膨張させずに収縮して吐出させ、又は加圧液室の膨張体積よりも大きな収縮体積で吐出させることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の画像形成装置において、第 2 滴目を先行する第 1 滴目に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出させることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の画像形成装置において、先行滴に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出する滴の滴速度 V_j は、 $3 (m/sec)$ 以上で、かつ、滴が分離しない速度であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の画像形成装置において、飛翔中に 4 滴以上をマージさせて 1 つの滴を形成することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の画像形成装置において

、前記複数の滴を吐出させるための複数の駆動パルスを含む駆動波形には、最終滴を吐出させる駆動パルスの後に残留振動を抑制するための波形が付与されていることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の画像形成装置において、残留振動を抑制するための波形は、最終滴吐出後、固有振動周期 T_c 経過以内に制振する波形であることを特徴とする画像形成装置

【請求項 10】 請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の画像形成装置において、大滴を形成する駆動波形の一部を選択することで中滴及び／又は小滴を形成することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の画像形成装置において、前記駆動波形には液滴を吐出させずにメニスカスを振動させる波形を含むことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 12】 請求項 10 に記載の画像形成装置において、前記駆動波形の等電位区間で前記加圧液室の液体を加圧するための圧力を発生する圧力発生手段に対して電圧を印加している区間があることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の画像形成装置において、前記圧力発生手段が圧電素子であり、前記電圧を印加している区間で圧電素子が充電されることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 14】 請求項 1 ないし 12 のいずれかに記載の画像形成装置において、前記加圧液室の液体を加圧するための圧力を発生するための圧力発生手段は、変位方向が d_{33} 方向の圧電素子であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 15】 請求項 14 に記載の画像形成装置において、前記加圧液室の隔壁を圧電素子の支柱部が支持する構成であることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は画像形成装置に関し、特に液滴吐出ヘッドを備えた画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献1】特公平4-15735号公報

【特許文献2】特開平10-81012号公報

【0003】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像形成装置として用いるインクジェット記録装置においては、液滴吐出ヘッドとしてインク滴を吐出するインクジェットヘッドを搭載する。このインクジェットヘッドとしては、インク流路内（加圧液室）のインクを加圧する圧力を発生するための圧力発生手段として圧電素子を用いてインク流路の壁面を形成する振動板を変形させて加圧液室内容積を変化させてインク滴を吐出させるいわゆるピエゾ型のもの、或いは、発熱抵抗体を用いて加圧液室内でインクを加熱して気泡を発生させることによる圧力でインク滴を吐出させるいわゆるサーマル型のもの、加圧液室の壁面を形成する振動板と電極とを対向配置し、振動板と電極との間に発生させる静電力によって振動板を変形させることで、加圧液室内容積を変化させてインク滴を吐出させる静電型のものなどが知られている。

【0004】

このようなインクジェットヘッドの駆動方法としては、振動板を加圧液室側に押し込み、加圧液室内の容積を小さくすることでインク滴を吐出させる押し打ち法で駆動するものと、振動板をインク室の外側方向の力で変形させインク室内の容積を広げた状態から元の容積になるように振動板の変位を元に戻すことでインク滴を吐出させる引き打ち法で駆動するものがある。

【0005】

また、大きな液滴を形成する方法としては、【特許文献1】に開示されているように、複数の微小滴を連続して吐出して、被記録媒体に着弾する前にこれらの複数の液滴を合体させて大きな1つ液滴を形成する方法が知られている。

【0006】

さらに、階調印刷を行う装置として、【特許文献2】に開示されているように、1印刷周期内に第1のインク滴を吐出する第1の駆動パルスと、第1のインク

滴とは大きさの異なる第2のインク滴を吐出する第2の駆動パルスとを含んで構成され、第1、第2の駆動パルスを組み合わせることにより4階調以上を選択可能にしたものがある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、大滴は、ノズルピッチとノズル列数で決る解像度（例えば、ノズルピッチが150 dpiで2列が同色の場合は $150 \times 2 = 300$ dpi）で紙面上にドットを形成したときに、紙面が埋まる（ベタになる）だけのインク量が必要である。インク量が足りない場合には、副走査方向（ノズル列方向）が埋まらないのでインターレースが必要になり、印刷速度が遅くなる。

【0008】

ここで、加工精度の制約があるのでノズルピッチを狭くするにも限界がある。逆に、ノズルピッチが狭くできる場合でも、その分ノズル数が増えなければ印刷速度は遅くなる。ノズル数を増やすことは、制御ICのチャンネル数が増えるなどコスト高になるのでピッチが狭ければ良いわけではない。

【0009】

そのため、大滴に必要とされるインク量は依然として小さくならない。一方、より美しい画像を形成するための要求から、小滴のインク量は更に小さくすることが要請されている。つまり、ベタ画像を作るだけの大滴と、より小さい小滴を打ち分ける必要があり、大滴と小滴の滴体積 M_j 比はますます広がっている。

【0010】

これを実現するために、【特許文献1】に記載されているように、複数滴を被記録媒体（記録紙）上に着弾する前に合体させて（マージさせて）大滴を生成する駆動方式では、滴一つのインク量を小さくして、その分多数の滴を吐出させる必要がある。

【0011】

また、ドットが副走査方向に広がるためには、滴は着弾前に合体していることが必要であり、数 μs から10数 μs 程度の短い周期でインク滴を吐出しなければならない。例えば、ノズルから紙面までのギャップが1 mm程度で、滴速度 V

$j = 5 \sim 10$ 数 m/s の標準的な記録装置（プリンタ）の構造を考えると、滴は $100 \sim 200 \mu s$ 後には紙面に着弾することになる。

【0012】

この時間間隔では、先行滴を吐出した際の加圧液室の圧力振動が十分減衰していないので、繰り返し吐出する周期は加圧液室の固有振動とタイミングを取る必要がある。

【0013】

ここで、2つの滴を吐出させた場合のタイミング依存性について図39及び図40を参照して説明する。なお、d33方向に変位する圧電素子（圧電振動子）を用いるヘッドで説明する。

【0014】

図39は2つの滴を吐出させるための駆動波形であり、この駆動波形は2つの駆動パルスP501、P502を含む波形である。上述したd33方向に変位する圧電素子（圧電振動子）を用いるヘッドの場合、駆動波形を構成する駆動パルスP501、P502の電圧が立ち上がる波形要素（矢印付きの波形要素）P501a、波形要素P502aで加圧液室が収縮される時にインク滴が吐出される。

【0015】

そこで、これら2つの駆動パルスP501、P502による滴吐出タイミングの時間間隔（吐出間隔） T_d を変化させて、滴速度 V_j 、滴体積 M_j を測定したときの結果の一例を図40に示している。なお、滴速度 V_j は、1滴目の吐出開始から1mm先への到達時間で求めているので、2滴目の滴速度 V_j は実際より若干遅く計算されている。また、1滴目の滴速度 V_j と、2滴目の滴速度 V_j が一致している点（黒三角のみで図示されている点）は、2滴目が1滴目にマージしている（合体している）ことを表している。さらに、滴体積 M_j は、所定回数吐出したときのインク消費量から求めており、1滴目と2滴目の合計である。

【0016】

この図40の $T_d = 8$ あるいは $T_d = 12$ のタイミングのように、特性に傾きがあるタイミングは、ヘッドのバラツキや、温度や負圧などの外部要因で固有振

動周期が微妙にシフトした場合に、滴速度 V_j 、滴体積 M_j が大きく変わるため好ましくない。また、 $T_d = 10$ 付近の圧力が打ち消し合うタイミングでは、滴速度 V_j が上がらず後行滴が先行滴にマージしなくなる。

【0017】

したがって、圧力が重畳しあうタイミング（ピーク）で滴を吐出させることが好ましい。

【0018】

しかしながら、マージさせる滴数を増やすために、この圧力が重畳しあうタイミングで滴の吐出を繰り返すと、加圧液室の固有振動が激しく励起され、最終滴が吐出後、残留圧力振動だけで余分な滴が吐出する場合がある。この滴は圧電振動子から圧力をかけて吐出したものではないため、吐出が不完全でノズル面を汚して噴射曲りやノズルダウンを誘引したり、吐出しても滴速度 V_j が非常に遅く、ミストとなり、地汚れの原因になる。

【0019】

そのため、このような残留圧力で滴が吐出されることがないように駆動電圧を制限したりするが、滴数が多くなると、安定吐出する電圧マージンが非常に狭くなるという課題がある。

【0020】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、滴体積 M_j をより広い範囲で変化させることができ、しかも安定した吐出を行えるようにして、高画質画像を高速で印刷することができる画像形成装置を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明に係る画像形成装置は、複数の滴を連続して吐出するときに、最終滴以外の滴で少なくとも1滴は、先行する滴に対して加圧液室の共振周期を T_c としたとき、約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔（ $n=1$ 以上の整数）で吐出させる構成とした。

【0022】

ここで、最終滴以外の滴で少なくとも1滴は、先行する滴に対して $1.5 T_c$

間隔で吐出させることが好ましい。また、先行する滴に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出する滴以外の滴は、当該滴に先行する滴に対して約 $(m \times T_c)$ 間隔 ($m=1$ 以上の整数) で吐出させることが好ましい。

【0023】

また、第1滴目は、加圧液室を膨張させずに収縮して吐出させ、又は加圧液室の膨張体積よりも大きな収縮体積で吐出させることが好ましい。この場合、第2滴目を先行する第1滴目に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出させることが好ましい。なお、滴速度 V_j は、後続滴を吐出しないときに、該当する滴が1mm離れた位置に到達するまでの時間で算出する。

【0024】

さらに、先行滴に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出する滴の滴速度 V_j は、3 (m/sec) 以上で、かつ、滴が分離しない速度であることが好ましい。

【0025】

さらにまた、飛翔中に4滴以上をマージさせて1つの滴を形成することが好ましい。

【0026】

また、駆動波形には、最終滴を吐出させる駆動パルス後に残留振動を抑制するための波形が付与されていることが好ましい。この場合、残留振動を抑制するための波形は、最終滴吐出後、固有振動周期 T_c 経過以内に制振する波形であることが好ましい。

【0027】

さらに、大滴を形成するための駆動波形の一部を選択することで中滴及び／又は小滴を形成することが好ましい。この場合、駆動波形には液滴を吐出させずにメニスカスを振動させる波形を含むことが好ましい。また、駆動波形の等電位区間で圧力発生手段に対して電圧を印加している区間があることが好ましく、この場合、圧力発生手段が圧電素子であり、前記電圧を印加している区間で圧電素子が充電されることが好ましい。

【0028】

ここで、圧力発生手段は変位方向がd33方向の圧電素子とすることができる。また、加圧液室の隔壁を圧電素子の支柱部が支持するに対応する支柱部を圧電素子で構成することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明に係る画像記録装置としてのインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図、図2は同機構部の側面説明図である。

【0030】

このインクジェット記録装置は、記録装置本体1の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載したインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへのインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部2等を収納し、給紙カセット4或いは手差しトレイ5から給送される用紙3を取り込み、印字機構部2によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ6に排紙する。

【0031】

印字機構部2は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド11と従ガイドロッド12とでキャリッジ13を主走査方向（図2で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ13にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出するインクジェットヘッドからなるヘッド14をインク滴吐出方向を下方に向けて装着し、キャリッジ13の上側にはヘッド14に各色のインクを供給するための各インクタンク（インクカートリッジ）15を交換可能に装着している。

【0032】

インクカートリッジ15は上方に大気と連通する大気口、下方にはインクジェットヘッド14へインクを供給する供給口を、内部にはインクが充填された多孔質体を有しており、多孔質体の毛管力によりインクジェットヘッド14へ供給されるインクをわずかな負圧に維持している。このインクカートリッジ15からインクをヘッド14内に供給する。

【0033】

ここで、キャリッジ13は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド11に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向上流側）を従ガイドロッド12に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ13を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ17で回転駆動される駆動プーリ18と従動プーリ19との間にタイミングベルト20を張装し、このタイミングベルト20をキャリッジ13に固定しており、主走査モータ17の正逆回転によりキャリッジ13が往復駆動される。

【0034】

また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド14を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する1個のヘッドでもよい。さらに、ヘッド14としては、後述するように、インク流路の壁面の少なくとも一部を形成する振動板と、この振動板を圧電素子で変形させるピエゾ型インクジェットヘッドを用いている。

【0035】

一方、給紙カセット4にセットした用紙3をヘッド14の下方側に搬送するために、給紙カセット4から用紙3を分離給装する給紙ローラ21及びフリクションパッド22と、用紙3を案内するガイド部材23と、給紙された用紙3を反転させて搬送する搬送ローラ24と、この搬送ローラ24の周面に押し付けられる搬送コロ25及び搬送ローラ24からの用紙3の送り出し角度を規定する先端コロ26とを設けている。搬送ローラ24は副走査モータ27によってギヤ列を介して回転駆動される。

【0036】

そして、キャリッジ13の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ24から送り出された用紙3を記録ヘッド14の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材29を設けている。この印写受け部材29の用紙搬送方向下流側には、用紙3を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ31、拍車32を設け、さらに用紙3を排紙トレイ6に送り出す排紙ローラ33及び拍車34と、排紙経路を形成するガイド部材35、36とを配設している。

【0037】

記録時には、キャリッジ13を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド14を駆動することにより、停止している用紙3にインクを吐出して1行分を記録し、用紙3を所定量搬送後次の行の記録を行う。記録終了信号または、用紙3の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了させ用紙3を排紙する。

【0038】

また、キャリッジ13の移動方向右端側の記録領域を外れた位置には、ヘッド14の吐出不良を回復するための回復装置37を配置している。回復装置37は、キャップ手段と吸引手段とクリーニング手段を有している。キャリッジ13は印字待機中にはこの回復装置37側に移動されてキャッピング手段でヘッド14をキャッピングされ、吐出口部（ノズル孔）を湿潤状態に保つことによりインク乾燥による吐出不良を防止する。また、記録途中などに記録と関係しないインクを吐出する（パージする）ことにより、全ての吐出口のインク粘度を一定にし、安定した吐出性能を維持する。

【0039】

吐出不良が発生した場合等には、キャッピング手段でヘッド14の吐出口（ノズル）を密封し、チューブを通して吸引手段で吐出口からインクとともに気泡等を吸い出し、吐出口面に付着したインクやゴミ等はクリーニング手段により除去され吐出不良が回復される。また、吸引されたインクは、本体下部に設置された廃インク溜（不図示）に排出され、廃インク溜内部のインク吸収体に吸収保持される。

【0040】

次に、このインクジェット記録装置の記録ヘッド14を構成するインクジェットヘッドについて図3及び図4を参照して説明する。なお、図3は同ヘッドの液室長手方向に沿う断面説明図、図4は同ヘッドの液室短手方向に沿う断面説明図である。

【0041】

このインクジェットヘッドは、単結晶シリコン基板で形成した流路板41と、

この流路板 4 1 の下面に接合した振動板 4 2 と、流路板 4 1 の上面に接合したノズル板 4 3 とを有し、これらによって液滴であるインク滴を吐出するノズル 4 5 がノズル連通路 4 5 a を介して連通するインク流路である加圧液室 4 6、加圧液室 4 6 にインクを供給するための共通液室 4 8 にインク供給口 4 9 を介して連通する流体抵抗部となるインク供給路 4 7 を形成している。

【0042】

そして、振動板 4 2 の外面側（液室と反対面側）に各加圧液室 4 6 に対応して加圧液室 4 6 内のインクを加圧するための圧力発生手段（アクチュエータ手段）である電気機械変換素子としての積層型圧電素子 5 2 を接合し、この圧電素子 5 2 をベース基板 5 3 に接合している。また、圧電素子 5 2 の間には加圧液室 4 6、4 6 間の隔壁部 4 1 a に対応して支柱部 5 4 を設けている（バイピッチ構造）。ここでは、圧電素子部材にハーフカットのダイシングによるスリット加工を施すことで櫛歯状に分割して、1 つ毎に圧電素子 5 2 と支柱部 5 4 して形成している。支柱部 5 4 も構成は圧電素子 5 2 と同じであるが、駆動電圧を印加しないので単なる支柱となる。

【0043】

さらに、振動板 4 2 の外周部はフレーム部材 4 4 にギャップ材を含む接着剤 5 0 にて接合している。このフレーム部材 4 4 には、共通液室 4 8 となる凹部、この共通液室 4 8 に外部からインクを供給するための図示しないインク供給穴を形成している。このフレーム部材 4 4 は、例えばエポキシ系樹脂或いはポリフェニレンサルファイトで射出成形により形成している。

【0044】

ここで、流路板 4 1 は、例えば結晶面方位（110）の単結晶シリコン基板を水酸化カリウム水溶液（KOH）などのアルカリ性エッチング液を用いて異方性エッチングすることで、ノズル連通路 4 5 a、加圧液室 4 6、インク供給路 4 7 となる凹部や穴部を形成したものであるが、単結晶シリコン基板に限られるものではなく、その他のステンレス基板や感光性樹脂などを用いることもできる。

【0045】

振動板 4 2 は、ニッケルの金属プレートから形成したもので、例えばエレクト

ロフォーミング法（電鍍法）で作製しているが、この他の金属板や樹脂板或いは金属と樹脂板との接合部材などを用いることもできる。この振動板 42 は加圧液室 46 に対応する部分に変形を容易にするための薄肉部（ダイアフラム部）55 及び圧電素子 52 と接合するための厚肉部（島状凸部）56 を形成するとともに、支柱部 54 に対応する部分及びフレーム部材 44 との接合部にも厚肉部 57 を形成し、平坦面側を流路板 41 に接着剤接合し、島状凸部 56 を圧電素子 52 に接着剤接合し、更に厚肉部 57 を支柱部 54 及びフレーム部材 44 に接着剤 50 で接合している。なお、ここでは、振動板 42 を 2 層構造のニッケル電鍍で形成している。この場合、ダイアフラム部 55 の厚みは $3\ \mu\text{m}$ 、幅は $35\ \mu\text{m}$ （片側）としている。

【0046】

ノズル板 43 は各加圧液室 46 に対応して直径 $10\sim 35\ \mu\text{m}$ のノズル 45 を形成し、流路板 41 に接着剤接合している。このノズル板 43 としては、ステンレス、ニッケルなどの金属、金属とポリイミド樹脂フィルムなどの樹脂との組み合わせ、シリコン、及びそれらの組み合わせからなるものを用いることができる。ここでは、電鍍工法による Ni メッキ膜等で形成している。また、ノズル 43 の内部形状（内側形状）は、ホーン形状（略円柱形状又は略円錐台形状でもよい。）に形成し、このノズル 45 の穴径はインク滴出口側の直径で約 $20\sim 35\ \mu\text{m}$ としている。さらに、各列のノズルピッチは $150\ \text{dpi}$ とした。

【0047】

また、ノズル板 43 のノズル面（吐出方向の表面：吐出面）には、図示しない撥水性の表面処理を施した撥水处理層を設けている。撥水处理層としては、例えば、PTFE-Ni 共析メッキやフッ素樹脂の電着塗装、蒸発性のあるフッ素樹脂（例えばフッ化ピッチなど）を蒸着コートしたもの、シリコン系樹脂・フッ素系樹脂の溶剤塗布後の焼き付け等、インク物性に応じて選定した撥水处理膜を設けて、インクの滴形状、飛翔特性を安定化し、高品位の画像品質を得られるようにしている。

【0048】

圧電素子 52 は、厚さ $10\sim 50\ \mu\text{m}$ / 1 層のチタン酸ジルコン酸鉛（PZT

）の圧電層 61 と、厚さ数 μm / 1 層の銀・パラジウム (AgPd) からなる内部電極層 62 とを交互に積層したものであり、内部電極 62 を交互に端面の端面電極（外部電極）である個別電極 63、共通電極 64 に電氣的に接続したものである。この圧電常数が d_{33} である圧電素子 52 の伸縮により加圧液室 46 を収縮、膨張させるようになっている。圧電素子 52 に駆動パルスが印加され充電が行われると伸長し、また圧電素子 52 に充電された電荷が放電すると反対方向に収縮するようになっている。

【0049】

なお、圧電素子部材の一端面の端面電極はハーフカットによるダイシング加工で分割されて個別電極 63 となり、他端面の端面電極は切り欠き等の加工による制限で分割されずにすべての圧電素子 52 で導通した共通電極 64 となる。

【0050】

そして、圧電素子 52 の個別電極 63 には駆動波形を与えるために半田接合又は ACF（異方導電性膜）接合若しくはワイヤボンディングで FPC ケーブル 65 を接続し、この FPC ケーブル 65 には各圧電素子 52 に選択的に駆動波形を印加するための駆動回路（ドライバ IC）を接続している。また、共通電極 64 は、圧電素子の端部に電極層を設けて回し込んで FPC ケーブル 65 のグラウンド（GND）電極に接続している。

【0051】

このように構成したインクジェットヘッドにおいては、例えば、記録信号に応じて圧電素子 52 に駆動波形（10～50V のパルス電圧）を印加することによって、圧電素子 52 に積層方向の変位（ここでは d_{33} 方向の変位）が生起し、振動板 42 を介して加圧液室 46 内のインクが加圧されて圧力が上昇し、ノズル 45 からインク滴が吐出される。

【0052】

その後、インク滴吐出の終了に伴い、加圧液室 46 内のインク圧力が低減し、インクの流れの慣性と駆動パルスの放電過程によって加圧液室 46 内に負圧が発生してインク充填行程へ移行する。このとき、図示しないインクタンクから供給されたインクは共通液室 48 に流入し、共通液室 47 からインク供給口 49 を経

て流体抵抗部 47 を通り、加圧液室 46 内に充填される。

【0053】

なお、流体抵抗部 47 は、吐出後の残留圧力振動の減衰に効果が有る反面、表面張力による最充填（リフィル）に対して抵抗になる。流体抵抗部 47 の流体抵抗値を適宜に選択することで、残留圧力の減衰とリフィル時間のバランスが取れ、次のインク滴吐出動作に移行するまでの時間（駆動周期）を短くできる。

【0054】

次に、このインクジェット記録装置の制御部の概要について図 5 及び図 6 を参照して説明する。なお、図 5 は同制御部の全体ブロック図、図 6 は同制御部のヘッド駆動制御に係わる部分のブロック説明図である。

【0055】

この制御部は、プリンタコントローラ 70 と、主走査モータ 17 及び副走査モータ 18 を駆動するためのモータドライバ 81 と、記録ヘッド 14（インクジェットヘッド）を駆動するためのヘッドドライバ（ヘッド駆動回路、ドライバ IC で構成） 82 等を備えている。

【0056】

プリンタコントローラ 70 は、ホストコンピュータ等からの印刷データ等をケーブル或いはネットを介して受信するインターフェース（以下「I/F」という） 72 と、CPU 等からなる主制御部 73 と、各種データの記憶等を行う RAM 74 と、各種データ処理のためのルーチン等を記憶した ROM 75 と、発振回路 76 と、インクジェットヘッド 14 への駆動波形を発生させる駆動波形発生手段としての駆動信号発生回路 77 と、ドットパターンデータ（ビットマップデータ）に展開された印字データ及び駆動波形等をヘッドドライバ 82 に送信するための I/F 78、モータ駆動データをモータドライバ 81 に送信するための I/F 79 等とを備えている。

【0057】

RAM 74 は各種バッファ及びワークメモリ等として用いる。ROM 75 は主制御部 73 によって実行する各種制御ルーチンとフォントデータ及びグラフィック関数、各種手続き等を記憶している。

【0058】

主制御部73は、I/F72に含まれる受信バッファ内の印刷データを読み出して中間コードに変換し、この中間コードデータをRAM74の所定のエリアで構成した中間バッファに記憶し、読み出した中間コードデータをROM75に格納したフォントデータを用いてドットパターンデータに展開し、RAM74の異なる所定のエリアに再び記憶する。なお、ホスト側のプリンタドライバで印刷データをビットマップデータに展開してこの記録装置に転送する場合には、単にRAM74に受信したビットマップの印刷データを格納する。

【0059】

そして、主制御部73は、図6に示すように、印刷データに応じた2ビットの階調信号0、1と、クロック信号CLK、ラッチ信号LAT、制御信号MN0～MN3をヘッドドライバ82に与える。

【0060】

駆動信号発生回路77は、図6に示すように、駆動波形Pvのパターンデータを格納したROM（ROM75で構成することもできる。）と、このROMから読み出される駆動波形のデータをD/A変換するD/A変換器を含む波形生成回路91と、アンプ92とで構成している。

【0061】

ヘッドドライバ82は、主制御部73からの階調信号0及びクロック信号CLKを入力するシフトレジスタ103と、主制御部73からの階調信号1及びクロック信号CLKを入力するシフトレジスタ104と、シフトレジスタ103のレジスト値を主制御部73からのラッチ信号LATでラッチするラッチ回路105と、シフトレジスタ104のレジスト値を主制御部73からのラッチ信号LATでラッチするラッチ回路106と、ラッチ回路105の出力値とラッチ回路106の出力値に基づいて、主制御部73からの制御信号MN0～MN3のいずれかを選択してレベル変換回路（レベルシフタ）108に出力させるセクタ107と、セクタ107からの出力値をレベル変化するレベル変換回路（レベルシフタ）108と、このレベルシフタ108でオン／オフが制御されるアナログスイッチアレイ（スイッチ手段）109とからなる。

【0062】

このスイッチアレイ109は、駆動信号発生回路77からの駆動波形P_vを入力するスイッチAS₁～AS_nのアレイからなり、各スイッチAS₁～AS_nは記録ヘッド（インクジェットヘッド）14の各ノズルに対応する圧電素子52にそれぞれ接続されている。

【0063】

そして、主制御部73からシリアルに転送された2ビットの階調信号0、1が印刷周期の始めにラッチ回路105、106にラッチされて、その階調データに基づいて制御信号MN0～MN3のいずれかが選択されることで、所要のスイッチアレイ109のスイッチAS₁～AS_mがオン状態になる。

【0064】

スイッチアレイ109のスイッチAS₁～AS_mがオン状態になっている間、駆動波形P_vが圧電素子52に印加され、このときの駆動パルスに応じて圧電素子52は伸縮を行う。一方、スイッチAS₁～AS_mがオフ状態になっている間は、圧電素子52への駆動波形の供給が遮断される。なお、スイッチAS₁～AS_mに与えられる信号を「駆動波形」といい、圧電素子52に印加する信号を「駆動信号」とする。

【0065】

なお、シフトレジスタ103、104及びラッチ回路105、106はロジック回路で組んであり、レベル変換回路108及びスイッチ回路109はアナログ回路で組んである。また、階調信号（階調データ）に基づいてスイッチ手段を切り換える回路構成は、上記の構成に限るものでなく、所望のスイッチ手段をオン／オフできる構成であれば良い。

【0066】

次に、本発明の実施例の詳細について図7ないし図18を参照して説明する。

まず、図7は本発明の第1実施例に係る駆動波形（ここでは、「駆動信号」でもある。）を示し、この駆動波形は、時系列的に出力される、第1の駆動パルスP₁と、第2の駆動パルスP₂と、第3の駆動パルスP₃と、第4の駆動パルスP₄とを含み、各駆動パルスP₁～P₄の立ち上がり波形要素（矢印を付した波

形要素 a) で加圧液室 46 を収縮させ、液滴を吐出させる。

【0067】

ここで、この第1実施例に係る駆動波形は、駆動パルス P1 で吐出する第1滴と駆動パルス P2 で吐出する第2滴との時間間隔（吐出間隔）、及び駆動パルス P2 で吐出する第2滴と駆動パルス P3 で吐出する第3滴との吐出間隔を、それぞれ加圧液室 46 の固有振動周期を T_c としたとき、 $1.5 T_c$ に設定し、駆動パルス P3 で吐出する第3滴と駆動パルス P4 で吐出する第4滴との吐出間隔を $2 T_c$ に設定した波形である。

【0068】

これに対して、図8は第1比較例に係る駆動波形を示し、この駆動波形は、時系列的に出力される駆動パルス P101 と、駆動パルス P102 と、駆動パルス P103 とを含み、各駆動パルス P101 ~ P103 の立ち上がり波形要素（矢印を付した波形要素 a) で加圧液室 46 を収縮させ、液滴を吐出させる。なお、駆動パルス P101 は第1実施例の駆動パルス P2 を除いた波形、同じく駆動パルス P102 は駆動パルス P3 と、駆動パルス P103 は駆動パルス P4 と同じ波形である。

【0069】

したがって、この第1比較例の駆動波形では、駆動パルス P101 で吐出する第1滴と駆動パルス P102 で吐出する第2滴との吐出間隔は $3 T_c$ ($1.5 T_c \times 2$)、駆動パルス P102 で吐出する第2滴と駆動パルス P103 で吐出する第3滴との吐出間隔は $2 T_c$ となる。

【0070】

そこで、これらの第1実施例の駆動波形と第1比較例の駆動波形を用いて、駆動電圧を変化させて液滴吐出を行った場合の粒子化特性の結果（電圧特性）を図9及び図10に示している。図9は滴速度 V_j を、図10では滴体積 M_j を縦軸にとり、横軸には波形の最大電圧をとっている。ここでは、駆動波形は、図示した波形全体を相似変換（ゲイン調整）している。また、繰り返し周波数は 8 kHz としている。なお、各図中の実線は第1実施例の結果を、破線は第1比較例の結果を示している。

【0071】

これらの図9及び図10に示すように、第1比較例の駆動波形では、駆動電圧22(V)で吐出が不安定になっている。吐出が不安定なので、正確な数値が測定できないため図中ではプロットをゼロにしているが、全く吐出していないわけではない。この不安定吐出の現象は、最終滴(3滴目)吐出後、残留圧力でメニスカスが大きく盛り上がり(あるいは非常に遅い速度で吐出して)、正常にノズル内に引き込まれずにノズル面を汚したことに原因があることが確認された。

【0072】

これに対して、第1実施例の駆動波形では、駆動電圧を24(V)まで高くしても吐出が不安定になることは無かった。また、同じ電圧で比較しても4滴吐出していることもあるが、第1実施例の駆動波形の方が滴体積 M_j は大きい。

【0073】

これにより、安定に、大きな滴(合計のインク滴量)を吐出することができている。また、最終滴吐出までの時間が同じであることは、時間をかけずに滴を大きくできたことを意味しており、最終滴が第1滴にマージし易い。

【0074】

ここで、第1実施例の駆動波形を用いた場合の滴の吐出状態を図11に、第1比較例の駆動波形を用いた場合の滴の吐出状態を図12にそれぞれ示している。なお、最大電圧は第1実施例の波形が16.9(V)、第1比較例の波形が15.3(V)であり、図9の電圧特性から共に滴速度 $V_j = 7$ (m/s)になる電圧を選択している。そして、ストロボ方式を使って、駆動信号発生から80(μ s)後のノズル近傍の様子を観測し、これを模式的に示している。このときの繰り返し周波数は4kHzである。

【0075】

これらの図11及び図12を比較すると、第1実施例よりも第1比較例の方が、残留圧力振動により吐出後のメニスカス M が盛り上がっていることが分かる。この結果からも第1実施例の駆動波形により残留圧力振動が抑えられていることを確認できる。

【0076】

この残留圧力振動は、吐出の周波数特性にも影響を与える。図13及び図14は第1実施例及び第1比較例の各駆動波形の周波数特性の一例を示したもので、図13は滴速度 V_j 、図14は滴体積 M_j を縦軸に取り、横軸には繰り返し周期 T を取っている。なお、最大電圧は第1実施例の波形が16.9 (V)、第1比較例の波形が15.3 (V)であり、図9の電圧特性から共に滴速度 $V_j = 7$ (m/s)になる電圧を選択している。また、各図中の実線は第1実施例の結果を、破線は第1比較例の結果を示している。

【0077】

図13に示すように、第1実施例の駆動波形の方が、滴速度 V_j の平坦性が良い。これは残留圧力が小さいことで、繰り返し周期が短くなっても、次の吐出への影響が小さいことを示している。そして、滴速度 V_j の周波数特性がフラットだと言うことは、画像パターンによって着弾位置がずれないこと、吐出安定性が向上していることを意味する。

【0078】

また、図14に示すように、滴体積 M_j の周波数特性を見た場合、その変動幅(ΔM_j)自体には、第1実施例の駆動波形と第1比較例の駆動波形とでは大きな差はない。ただし、第1実施例の駆動波形の方が所望の大きな滴を吐出している。

【0079】

次に、図15及び図16は滴体積 M_j が同じになるように第1比較例の駆動波形の電圧を18.5 (v)まで高くしたときの周波数特性である。図15は滴速度 V_j 、図16は滴体積 M_j を縦軸に取っている。また、第1実施例の駆動波形(有り)のデータは上記図13及び図14と同じデータを使用している。

【0080】

これらの図15及び図16から明らかなように、同じ滴体積 M_j を吐出しようとする、第1比較例の駆動波形あつては滴速度 V_j の変動幅が図13に比較しても更に広がり、滴体積 M_j の変動幅 ΔM_j も第1実施例の駆動波形(有り)の方が小さいことが分かる。

【0081】

これらの第1実施例のメカニズムについて図16及び図17を参照して説明する。図16は第1実施例の駆動波形を用いた場合の滴の吐出状態を、図17は第1比較例の駆動波形を用いた場合の滴の吐出状態をそれぞれ示している。なお、最大電圧は第1実施例の波形が16.9 (V)、第1比較例の波形が15.3 (V)であり、図9の電圧特性から共に滴速度 $V_j = 7$ (m/s)になる電圧を選択している。そして、ストロボ方式を使って、駆動信号発生から43 (μ s)後のノズル近傍の様子を観測し、これを模式的に示している。この時間は最終滴がノズルから吐出しはじめるタイミングである。

【0082】

このとき、第1比較例の駆動波形では、図17に示すように、第2滴が第1滴とマージしているのに対し、第1実施例の駆動波形では、図16に示すように、第1滴に、第2滴、第3滴は到達していない。つまり、第1実施例の駆動波形では、 $1.5 T_c$ 間隔の吐出で、残留圧力と吐出圧力が打ち消し合って、第2滴、第3滴の速度が遅くなる。ただし、遅くとも正常に吐出していることが重要である。

【0083】

ここで、いわゆる制振波形のように、駆動パルスの電圧を低くして、第1滴の残留圧力振動を抑制しようとしても十分な効果は得られない。第2滴が吐出するほどの圧力を発生させることで、本実施例のような効果が得られる。

【0084】

また、最終滴（第4滴）は、速度の遅い第2滴、第3滴を拾って第1滴にマージさせる必要があるので、最終滴は先行滴に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔であってはならない。本実施例のように、最終滴は先行滴に対して約 $n \times T_c$ 間隔である方が、滴速度が速くなり易いので好ましい。

【0085】

このように、複数の滴を連続して吐出するときに、最終滴以外の滴で少なくとも1滴は、先行する滴に対して加圧液室の共振周期を T_c としたとき、約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔 ($n=1$ 以上の整数) で吐出させることで、加圧液室の圧力共振が必要以上に大きくなることを防止でき、また、最終滴には上記要件を適用

しないことでマージさせて大滴を形成することが可能となる。

【0086】

これにより、先行滴吐出の残留圧力の減衰を待たずに後続滴を吐出できるので、大滴形成に要する滴形成時間を短くすることができ、印刷速度を高速化することができる。また、第1滴から最終滴までの時間が短くなるので、最終滴が先行滴全体とマージすることが容易になり、最終滴の速度を抑えることができ、最終滴の速度が速いことによって、被記録媒体へ着弾するのが遅れていたサテライトを主滴から遅れずに着弾させることができるようになる。

【0087】

この場合、先行滴に対して、 $n=1$ 、すなわち、 $1.5T_c$ 間隔で圧力抑制用の滴を吐出させることで、滴形成時間をより短くすることができる。

【0088】

さらに、先行する滴に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出する滴以外の滴は、当該滴に先行する滴に対して約 $(m \times T_c)$ 間隔 ($m=1$ 以上の整数) で吐出させることで、 $(m \times T_c)$ 間隔は圧力共振のピークであるので、ヘッドのバラツキや、外部環境で固有振動周期が多少シフトした場合にも、吐出特性 (V_j 、 M_j) の変動量が少なくなるという効果がある。

【0089】

このように、最終滴以外で、先行滴に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出する滴を設けることで加圧液室の圧力共振が必要以上に大きくなることが防止できる。

【0090】

なお、ここでは、 $d33$ 方向に変位する圧電振動子をアクチュエータとしたインクジェットヘッドを用いているが、滴を吐出する圧力発生タイミングの問題であるから、 $d31$ 方向に変位する圧電振動子他、別のアクチュエータを使用しても構わない。

【0091】

ただし、複数滴をマージさせる必要から、固有振動周期 T_c は短く、また加圧液室を構成する流路板は硬く保持されている方が好ましい。つまり、ヘッド構

造としては、加圧液室の隔壁を駆動しないアクチュエータで支える所謂バイピッチ構造が好ましい。

【0092】

また、アクチュエータとしての圧電素子も高い応答性が必要であり、圧電素子の高さを低く構成する方が好ましい。そのためには、圧電定数が d_{31} より d_{33} の方が大きいので、 d_{33} 方向に変位する圧電素子をアクチュエータとすることが好ましい。

【0093】

次に、第2実施例に係る駆動波形について図19及び図20を参照して説明する。

この第2実施例の駆動波形は、図19に示すように、駆動パルスP1で吐出する第1滴と駆動パルスP2で吐出する第2滴との吐出間隔を $1.5T_c$ とし、駆動パルスP2で吐出する第2滴と駆動パルスP3で吐出する第3滴との吐出間隔及び駆動パルスP3で吐出する第3滴と駆動パルスP4で吐出する第4滴との吐出間隔を $2T_c$ に設定した波形である。なお、ヘッド構成は前記実施形態と同様であり、その電圧特性を図20に示している。

【0094】

この駆動波形では、第1滴に対して第2滴が $1.5T_c$ 間隔の吐出になっており、第2滴目が残留圧力振動を打ち消すように働く。また、第3滴、第4滴は先行滴に対して $2T_c$ 間隔で吐出しているので、若干共振し易くなっており、吐出後のメニスカスが上記第1実施例よりは若干盛り上がって見えるが、図20に示すように、駆動電圧を24(V)まで高くしても吐出が不安定になることは無かった。また、同じ電圧条件では第1実施例に比べて滴体積 M_j が大きくなる。

【0095】

次に、第3実施例に係る駆動波形について図21を参照して説明する。

この第3実施例の駆動波形は、図21に示すように、駆動パルスP1で吐出する第1滴と駆動パルスP2で吐出する第2滴との吐出間隔を $2T_c$ とし、駆動パルスP2で吐出する第2滴と駆動パルスP3で吐出する第3滴との吐出間隔を $1.5T_c$ とし、駆動パルスP3で吐出する第3滴と駆動パルスP4で吐出する第

4 滴との吐出間隔を $2 T_c$ に設定した波形である。なお、ヘッド構成は前記実施形態と同様である。

【0096】

この駆動波形では、第 2 滴に対して第 3 滴が $1.5 T_c$ 間隔の吐出になっており、第 3 滴目が残留圧力振動を打ち消すように働く。

【0097】

次に、第 4 実施例に係る駆動波形について図 22 を参照して説明する。

この第 4 実施例の駆動波形は、図 22 に示すように、駆動パルス P1 で吐出する第 1 滴と駆動パルス P2 で吐出する第 2 滴との吐出間隔を $2.5 T_c$ ($n=2$ の例) とし、駆動パルス P2 で吐出する第 2 滴と駆動パルス P3 で吐出する第 3 滴との吐出間隔及び駆動パルス P3 で吐出する第 3 滴と駆動パルス P4 で吐出する第 4 滴との吐出間隔を $2 T_c$ に設定した波形である。なお、ヘッド構成は前記実施形態と同様である。

【0098】

この駆動波形では、第 1 滴に対して第 2 滴が $2.5 T_c$ 間隔の吐出になっており、第 2 滴目が残留圧力振動を打ち消すように働く。

【0099】

本発明にはこれらの第 2 ないし第 4 実施例の駆動波形（ここでは、大滴を形成するための「駆動信号」でもある。）も含まれ、いずれも上記第 1 実施例同様、残留圧力の共振により不安定になる電圧のマージンを広げることができる。

【0100】

ただし、図 22 の第 4 実施例の駆動波形は第 1 滴から第 4 滴を吐出するまでの時間間隔が長いので、4 滴全てをマージさせる観点からは、 $1.5 T_c$ ($n=1$) 間隔で吐出させる第 2 実施例の駆動波形の方が好ましい。

【0101】

次に、第 5 実施例に係る駆動波形について図 23 を参照して説明する。

この第 5 実施例の駆動波形は、第 1 滴を引き打ち、すなわち、加圧液室 46 の膨張状態から収縮を行って液滴を吐出させる方式で吐出させる構成としたもので、駆動パルス P1 の前に基準電位 V_{ref} から立ち下がる、つまり、加圧液室 4

6 を膨張させる波形要素 b 及び膨張状態を保持する波形要素 c を挿入している。

【0102】

なお、駆動パルス P 1 で吐出する第 1 滴と駆動パルス P 2 で吐出する第 2 滴との吐出間隔を $1.5 T_c$ とし、駆動パルス P 2 で吐出する第 2 滴と駆動パルス P 3 で吐出する第 3 滴との吐出間隔及び駆動パルス P 3 で吐出する第 3 滴と駆動パルス P 4 で吐出する第 4 滴との吐出間隔を $2 T_c$ に設定している。

【0103】

この駆動波形では、第 1 滴に対して第 2 滴が $1.5 T_c$ 間隔の吐出になっており、第 2 滴目が残留圧力振動を打ち消すように働く。

【0104】

引き打ちは、加圧液室膨張時に一旦メニスカスが引き込まれるので第 1 滴が小さくなる点や、膨張時と収縮時の圧力を重ねるので、電圧変化に対して滴速度の変化が大きい（電圧特性の傾きが急峻）など制御の難しい面もあるが、基準電位に戻す時間が要らないのでトータルの波形時間が短い、ノズル面がインクで汚れている時に一度メニスカスを引き込む効果で噴射曲りし難い等、別の効果が得られる。

【0105】

本発明は、このように第 1 滴を引き打ちにした場合にも適用することができる。

【0106】

次に、本発明の第 6 実施例に係る駆動波形について図 24 を参照して説明する。

この第 6 実施例の駆動波形は、第 1 滴の吐出を、加圧液室を膨張状態にした後収縮させて行うが、このとき、膨張体積よりも収縮体積の方が大きく、押し打ちと引き打ちの中間の打ち方で吐出させる構成としたもので、駆動パルス P 1 の前に基準電位 V_{ref} よりも低い電圧 V_a から立ち下がる、つまり、加圧液室 46 を膨張させる波形要素 b 及び膨張状態を保持する波形要素 c を挿入している。

【0107】

なお、駆動パルス P 1 で吐出する第 1 滴と駆動パルス P 2 で吐出する第 2 滴と

の吐出間隔を $1.5T_c$ とし、駆動パルス P 2 で吐出する第 2 滴と駆動パルス P 3 で吐出する第 3 滴との吐出間隔及び駆動パルス P 3 で吐出する第 3 滴と駆動パルス P 4 で吐出する第 4 滴との吐出間隔を $2T_c$ に設定している。

【0108】

この駆動波形では、第 1 滴に対して第 2 滴が $1.5T_c$ 間隔の吐出になっており、第 2 滴目が残留圧力振動を打ち消すように働く。

【0109】

このような駆動波形についても本発明は有効である。少ないパルス数で滴体積 M_j を大きくするには、第 2 実施例の波形のように第 1 滴を押し打ちにするか、この第 6 実施例の波形のように第 1 滴を加圧液室の膨張よりも収縮体積を大きくする打ち方が有利である。

【0110】

次に、第 1 滴目を吐出する駆動パルスと第 2 滴目を吐出する駆動パルスとの吐出間隔について図 25 を参照して説明する。

図 25 は第 2 実施例の駆動波形（駆動パルスを押し打ち方式とした波形）におけるパルス数に対する M_j の増加傾向を示している。パルスを増やす毎に滴体積 M_j を測定して、“各パルスの M_j ” はその差分より計算から求めている。

【0111】

この図 25 の結果から、第 2 滴が小さいのは、第 1 滴が押し打ちで大きな滴を吐出しているので、リフィルが間に合わずメニスカスが引かれた状態で第 2 滴を吐出するからである。第 3 滴、第 4 滴になるに従い、メニスカスが戻ってくるので、滴は大きくなる。

【0112】

図 26 には、参考のため、押し打ち 1 パルスの周波数特性を示している。同図から明らかなように、押し打ちでは、吐出間隔が短く（周波数が高く）になると、メニスカスが戻らないため滴体積 M_j が小さくなる。上記、図 25 の結果はこの影響が強く出ている。

【0113】

同じエネルギーを与えたときに、滴体積 M_j が小さいと滴速度 V_j は大きくな

る。第2実施例の波形や第6実施例の波形のように、第1滴目が押し打ち、あるいは、収縮体積が膨張体積より小さい方式で滴吐出をした場合は、図25に示す結果のように、第2滴目はメニスカスが引かれて滴体積 M_j が小さく、滴速度 V_j が大きくなり易い。

【0114】

そこで、第2実施例の駆動波形や第6実施例の駆動波形のように、第2滴目を第1滴目に対して $(n+1/2)T_c$ 間隔で吐出することで、滴速度が速くなりすぎることを防止でき、安定吐出できるマージンを広げることができる。

【0115】

次に、先行する滴に続く滴の滴速度について図27及び図28を参照して説明する。

図27に示すように、第1実施例の駆動波形において、駆動パルスP2の電圧 V_{p2} をパラメータとして、滴速度 V_j と滴体積 M_j を測定した。この結果を図28に示している。

【0116】

この結果から、特徴的なのは、第2滴が吐出し始める電圧に若干不安定になり易い電圧があるという点である。駆動パルスP2の電圧を高くしていくと、少しずつ残留圧力振動を打ち消すようになるので、滴速度 V_j 、滴体積 M_j は共に小さくなって行く。本実施例では $V_{p2} = 12$ (V)を超えた電圧で、駆動パルスP2によって滴が吐出しようとするが、この付近で若干曲りが発生したりする。これは、駆動パルスP2の電圧が低すぎて滴が遅く浮遊したような状態になり、第3滴以降が軸がずれてマージすることで方向が定まらないからである。つまり、このことより、第2滴はある程度の速度が必要である。

【0117】

第3、第4滴を吐出せずに、第2滴が吐出してから1mm先に到達する時間から測定して速度に換算したところ、曲りが発生しないためには、第2滴は2 (m/s)以上の速度が必要であった。

【0118】

また、第2滴を速くしすぎることも好ましくない。滴の吐出速度が速すぎる場

合には主滴とサテライトに分離するが、サテライトが発生するかどうかは、第2滴の滴速度の上限を見極める目安になる。本実施例の場合、滴速度が7 (m/s) を超えるとサテライトが発生した。

【0119】

図27で示す駆動波形全体にオフセットを履かせて電圧を持ち上げて、駆動パルスP2の電圧 V_{p2} を更に大きくすると、第2滴でサテライトが発生する辺りから吐出が不安定になり易い傾向が見られた。

【0120】

そこで、先行滴に対して $(n+1/2) T_c$ 間隔で吐出させる滴は、滴速度が3 (m/s) 以上で、かつ、滴が分離する、つまりサテライトが発生する滴速度以下とすることが好ましい。

【0121】

このように、先行滴に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出させた滴の滴速度 V_j を3 (m/s) 以上にすることで、この滴が吐出不良でノズル面を汚して吐出を不安定にすることがない（逆にいえば、約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔では滴速度 V_j が上がらないので、遅すぎてノズル面を汚すことがある。つまり、汚さないような電圧であることが必要。）。また、滴が分離しない（サテライトが発生しない）速度に電圧を抑えることで、安定吐出が可能になる。

【0122】

次に、本発明の第7実施例の駆動波形について図29を参照して説明する。

この第7実施例の駆動波形は、第1滴ないし第5滴を吐出されるための第1ないし第5の駆動パルスP1ないしP5を含み、駆動パルスP1で吐出する第1滴と駆動パルスP2で吐出する第2滴との吐出間隔及び駆動パルスP3で吐出する第3滴と駆動パルスP4で吐出する第4滴との吐出間隔をそれぞれ $1.5 T_c$ とし、駆動パルスP2で吐出する第2滴と駆動パルスP3で吐出する第3滴との吐出間隔及び駆動パルスP5で吐出する第4滴と第5駆動パルスP5で吐出する第5滴との吐出間隔を $2 T_c$ に設定している。

【0123】

このように、全部で5滴を吐出しており、第2滴、第4滴が先行滴に対して1

・ 5 T_c 間隔の吐出になっている。本発明は、上記実施例も含めて、4滴以上を吐出してマージされる場合に特に有効である。

【0124】

また、本実施例の加圧液室固有振動周期 T_c は約 $6.5 (\mu s)$ であり、 $m \times T_c$ 間隔で吐出する場合は少なくとも $m=3$ 以上、つまり $19.5 (\mu s)$ 間隔であることが好ましい。前述した図 40 の従来例を見れば、第 3 ピークでもまだ残留圧力の影響があり、減衰が十分とは言えない。しかし、 $2 T_c$ 間隔で繰り返し吐出するよりは好ましい。

【0125】

3 滴の場合は、 $19.5 \times 2 = 39 (\mu s)$ 後から 3 滴目が追いかけるので、先行滴の速度を $6 (m/s)$ とすれば、第 3 滴目の速度が $7.8 (m/s)$ で $1 mm$ 先でマージするが、4 滴の場合は、 $19.5 \times 3 = 58.5 (\mu s)$ 後から追いかけるので、4 滴目は $9.2 (m/s)$ の速度が必要になる。速度を速くするには、圧力を上げなければならず、残留圧力振動の問題から安定吐出するマージンが非常に狭い。5 滴の場合は、5 滴目は $11.3 (m/s)$ の速度が必要になり、安定吐出させることは難しい。

【0126】

これに対して、第 7 実施例の駆動波形のように 5 滴を吐出すれば、必要以上に圧力共振させることなく、また、1 滴目から 5 滴目の時間差は約 $48.8 (\mu s)$ であり、5 滴を吐出させ、マージさせることができる。

【0127】

次に、本発明の第 8 実施例の駆動波形について図 30 を参照して説明する。

この第 8 実施例の駆動波形は、第 2 滴目を $1.5 T_c$ 周期で吐出すると共に、最終滴の吐出後、制振を行うための波形要素 e を含む波形 P_e を追加している。

【0128】

制振駆動を行う波形要素 e は、加圧液室 6 を収縮して吐出した後、固有振動で加圧液室が膨張する期間（約 $T_c / 2$ 周期）を待って、再び加圧液室が収縮するタイミングで、加圧液室 46 を膨張させる波形要素である。これにより、残留圧力を減衰させることができる。マージさせるために速度が速い最終滴の圧力減衰

に効果がある。

【0129】

したがって、 $(n+1/2) T_c$ 周期の吐出効果と、最終滴吐出直後の周期 T_c 以内の制振効果で、必要以上に圧力共振させることが無く、安定吐出マージンを広げることができる。

【0130】

次に、本発明の第9実施例の駆動波形について図31及び図32を参照して説明する。なお、図32は図31の要部拡大図である。

この第9実施例の駆動波形は、第2滴目を $1.5 T_c$ 周期で吐出すると共に、最終滴の吐出後、前述した波形要素 e とともに、加圧液室固有振動周期 T_c 以内に残留圧力振動抑制用の制振駆動用の波形要素 f を含む波形 P_f 追加している。

【0131】

吐出直後周期 T_c 以内の制振駆動は、固有振動周期 T_c の圧力振動を抑える効果が通常の制振よりも高い。具体的には、制振駆動用の波形要素 f は、加圧液室46を収縮して吐出した後、所定時間待つて、固有振動の揺り返しで加圧液室46が膨張するタイミングで再び加圧液室46を収縮させる波形要素である。これにより、残留圧力を減衰させることができる。マージさせるために速度が速い最終滴の圧力減衰に効果がある。

【0132】

したがって、 $(n+1/2) T_c$ 周期の吐出効果と、最終滴吐出直後の周期 T_c 以内制振効果で、必要以上に圧力共振させることが無く、安定吐出マージンを広げることができる。

【0133】

次に、階調印字（記録）について図33以降をも参照して説明する。

上述した各実施例では、本発明の主目的である複数滴を安定して吐出して大滴を形成する点について説明してきたが、以下では、駆動波形を1印字周期内でスイッチングすることで階調印字を行う例について説明する。

【0134】

まず、波形生成回路91からは例えば図33に示すような駆動波形を生成して

出力する。この駆動波形は、駆動パルス P 2 0 ~ P 2 5 の 6 個の駆動パルスを含み、駆動パルス P 2 4 には加圧液室 4 6 の固有振動周期 T_c 以内の圧力抑制信号 P f も追加している。

【0135】

また、主制御部 7 3 からの階調データによって大滴、中滴、小滴の時に圧電素子に印加される駆動波形（吐出駆動パルス）を図 3 4（大滴）、図 3 5（中滴）、図 3 6（小滴）に、また階調データが非印字の時に圧電素子に印加される駆動電圧を図 3 7 にそれぞれ示している。

【0136】

なお、図 3 4 ないし図 3 7 には説明上切替信号を図示しているが、これは切替のタイミングを示すもので電圧の絶対値は意味が無く、Low アクティブで示しているので、電圧の低いタイミングがアナログスイッチ A S m が ON となる期間である。

【0137】

ここで、図 3 3 に示すように大滴を形成する場合の駆動信号には、駆動波形の内の、駆動パルス P 2 1 ~ P 2 4（の立ち上がり波形要素）を使用し、第 1 滴（駆動パルス P 2 1 による吐出）に対して第 2 滴（駆動パルス P 2 2 による吐出）が $1.5 T_c$ 間隔、第 2 滴に対して第 3 滴（駆動パルス P 2 3 による吐出）が $1.5 T_c$ 間隔であり、4 滴を吐出して形成している。4 滴目には上述したように T_c 以内の圧力抑制信号 P f も追加している。

【0138】

この効果は上記実施例と同じで、固有振動周期 T_c の共振が必要以上に励起されることを防ぎ、安定して大きな滴を形成することができる。

【0139】

図 3 4 に示すように中滴を形成する場合の駆動信号には、駆動パルス P 2 3 を使用して（大滴の 3 滴目と同じ）吐出させる。但し、印字周期の始めに、吐出しない傾斜で電圧を上げておく必要があるため、パルス P 2 0 の立ち上がり波形要素 a 1（この波形要素 a 1 は吐出しない傾斜を持つ要素である。）を使用している。

【0140】

図35に示すように小滴を形成する場合の駆動信号には、大滴を形成するためのパルスとは別の駆動パルス（駆動パルスP25）を利用している。大滴の駆動パルスの一部を使うこともできるが、より小さい滴を形成するために、別の波形を用いている。

【0141】

このように、本発明により大滴に必要な時間を短くできることで、印刷速度を落とさずに（一印字周期を長くせずに）、別波形を組み込むことが可能となる。すなわち、複数の駆動パルスを含む駆動波形から駆動パルスを選択して複数の大きさの滴を打ち分けることは従前から行われているが、印刷速度の高速化によって、1印刷周期内に組み込むことができる駆動パルス数が制限され、大滴用の駆動波形と小滴用の駆動波形とを組み込むことが困難になっていたが、本発明によりこの問題が解消される。

【0142】

図37に示すように非印字チャンネルに印加する駆動信号は、駆動波形の最後の等電位区間で一度、アナログスイッチAS_mをON状態にしている。これは、圧電素子から電荷がリークして変位が変わってしまうことを防ぐために、圧電素子へ再充電するための動作である。ここでは、駆動波形の最後に実施したが、これに限るものではない。

【0143】

このように、波形の等電位区間でスイッチ手段をON状態にしている区間があるので、圧電素子を圧力発生手段に用いた場合、圧電素子のリークによる変位を防止して、再現性の良い動作が実現でき、安定した吐出を行うことができる。

【0144】

また、非印字チャンネルへの駆動信号としては、図38に示すように、液滴が吐出しない程度の駆動信号（非吐出駆動パルス）を印加するようにすることもできる。これは、ノズルのインク乾燥による吐出不安定現象を防ぐために、非印字チャンネルのメニスカスを振動させる効果がある。また、アナログスイッチがONしている時間は電荷が充電されるので、電荷のリーク対策という効果も得られ

る。さらに、波形の長さによっては、電圧を持ち上げた後から立ち下げる前の間に、再充填する期間を設けてることもできる。

【0145】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る画像形成装置によれば、最終滴以外の滴で少なくとも1滴を先行滴に対して約 $(n+1/2) \times T_c$ 間隔で吐出しているの
で、加圧液室の圧力共振が必要以上に大きくなることを防止でき、最終滴には適用しないことでマージさせて大滴を形成することが可能となり、滴体積 M_j をより広い範囲で変化させると共に、安定した吐出を実現でき、高画質画像を高速で形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る画像形成装置としてのインクジェット記録装置の機構部の一例を示す斜視説明図

【図2】

同記録装置の機構部の側断面説明図

【図3】

同記録装置の記録ヘッドを構成するインクジェットヘッドの一例を説明するヘッドの液室長辺方向に沿う断面説明図

【図4】

同ヘッドの液室短辺方向に沿う断面説明図

【図5】

同記録装置の制御部の概要を説明するブロック図

【図6】

同制御部のヘッドの駆動制御に係わる部分を示すブロック説明図

【図7】

本発明の第1実施例に係る駆動信号を説明する説明図

【図8】

第1比較例に係る駆動信号を説明する説明図

【図 9】

第 1 実施例及び第 1 比較例の滴速度の電圧特性の説明に供する説明図

【図 1 0】

第 1 実施例及び第 1 比較例の滴体積の電圧特性の説明に供する説明図

【図 1 1】

第 1 実施例の駆動波形による吐出状況の説明に供する模式的説明図

【図 1 2】

第 1 比較例の駆動波形による吐出状況の説明に供する模式的説明図

【図 1 3】

第 1 実施例及び第 1 比較例の滴速度の周波数特性の説明に供する説明図

【図 1 4】

第 1 実施例及び第 1 比較例の滴体積の周波数特性の説明に供する説明図

【図 1 5】

第 1 実施例及び第 1 比較例の滴体積同一の場合の滴速度の周波数特性の説明に供する説明図

【図 1 6】

第 1 実施例及び第 1 比較例の滴体積同一の場合の滴体積の周波数特性の説明に供する説明図

【図 1 7】

第 1 実施例の駆動波形による吐出状況の説明に供する模式的説明図

【図 1 8】

第 1 比較例の駆動波形による吐出状況の説明に供する模式的説明図

【図 1 9】

本発明の第 2 実施例に係る駆動信号を説明する説明図

【図 2 0】

第 2 実施例の駆動波形による電圧特性の説明に供する説明図

【図 2 1】

本発明の第 3 実施例に係る駆動信号を説明する説明図

【図 2 2】

本発明の第 4 実施例に係る駆動信号を説明する説明図

【図 2 3】

本発明の第 5 実施例に係る駆動信号を説明する説明図

【図 2 4】

本発明の第 6 実施例に係る駆動信号を説明する説明図

【図 2 5】

第 1 実施例の駆動波形の滴体積とパルス数との関係を説明する説明図

【図 2 6】

第 1 実施例の駆動波形の駆動周期に対する滴体積及び滴速度の関係を説明する説明図

【図 2 7】

第 2 滴を吐出させるパルスの電圧波形の説明に供する説明図

【図 2 8】

第 2 滴を吐出させるパルスの電圧特性の説明に供する説明図

【図 2 9】

本発明の第 7 実施例に係る駆動信号を説明する説明図

【図 3 0】

本発明の第 8 実施例に係る駆動信号を説明する説明図

【図 3 1】

本発明の第 9 実施例に係る駆動信号を説明する説明図

【図 3 2】

図 3 1 の要部拡大説明図

【図 3 3】

階調記録の説明に供する駆動波形の説明図

【図 3 4】

大滴を形成する駆動波形の説明に供する説明図

【図 3 5】

中滴を形成する駆動波形の説明に供する説明図

【図 3 6】

小滴を形成する駆動波形の説明に供する説明図

【図 3 7】

非吐出チャンネルに印加する電圧波形の説明に供する説明図

【図 3 8】

非吐出チャンネルに印加するメニスカス振動を生起させる電圧波形の説明に供する説明図

【図 3 9】

2つの滴を吐出させる場合の電圧波形の説明に供する説明図

【図 4 0】

2つの滴を吐出させる場合のタイミング特性の説明に供する説明図

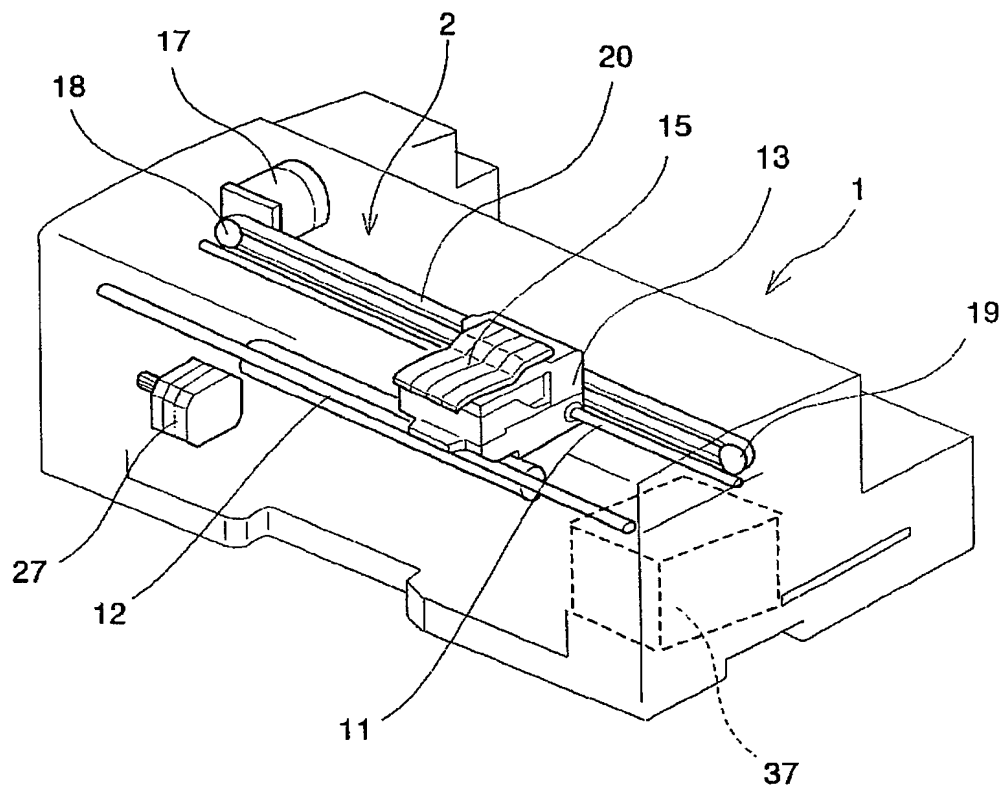
【符号の説明】

1 3 … キャリッジ、1 4 … 記録ヘッド、4 1 … 流路板、4 2 … 振動板、4 3 … ノズル板、4 5 … ノズル、4 6 … 加圧液室、4 7 … 流体抵抗部、4 8 … 共通液室、5 2 … 圧電素子、7 7 … 駆動信号発生回路、8 2 … ヘッドドライバ。

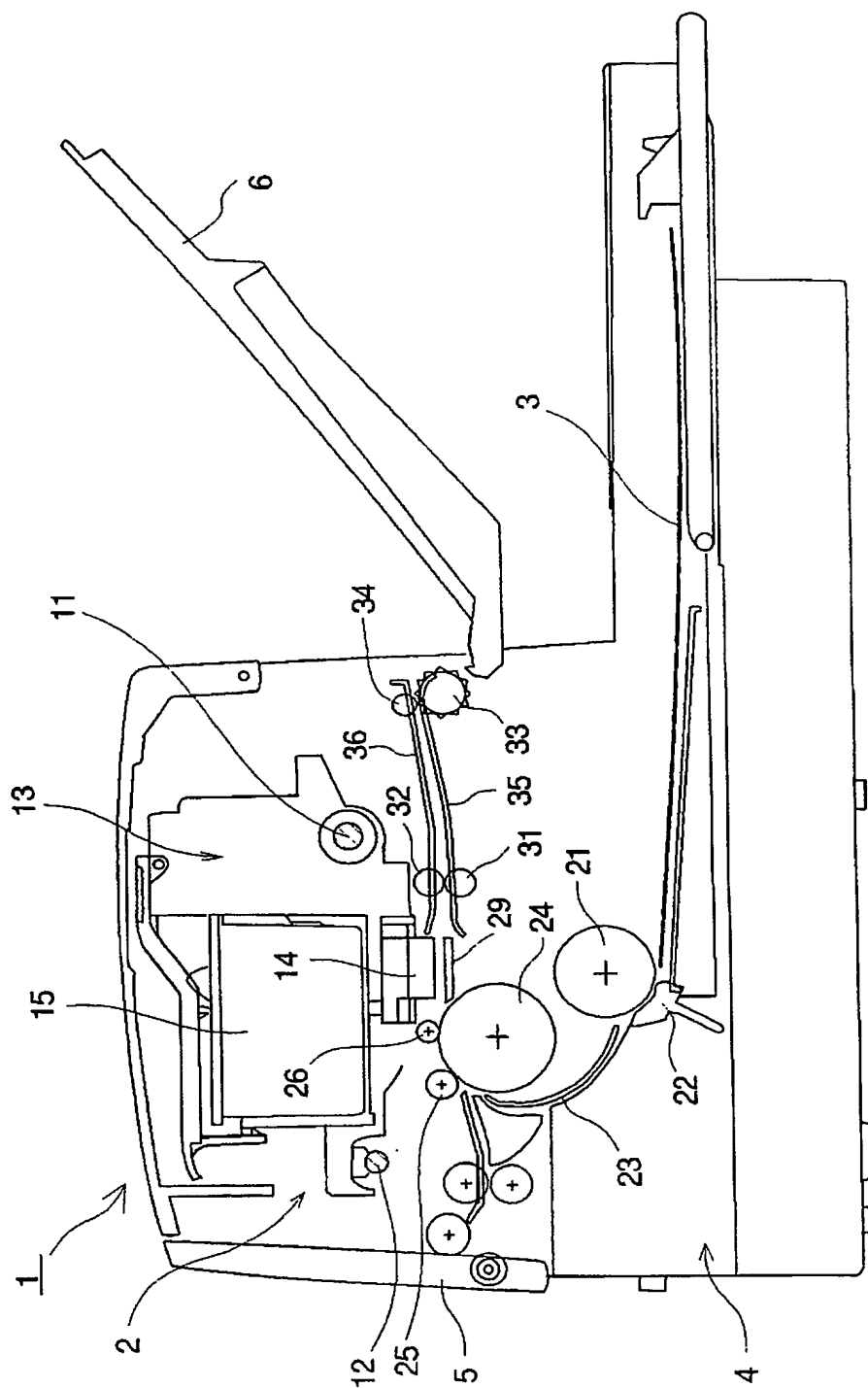
【書類名】

図面

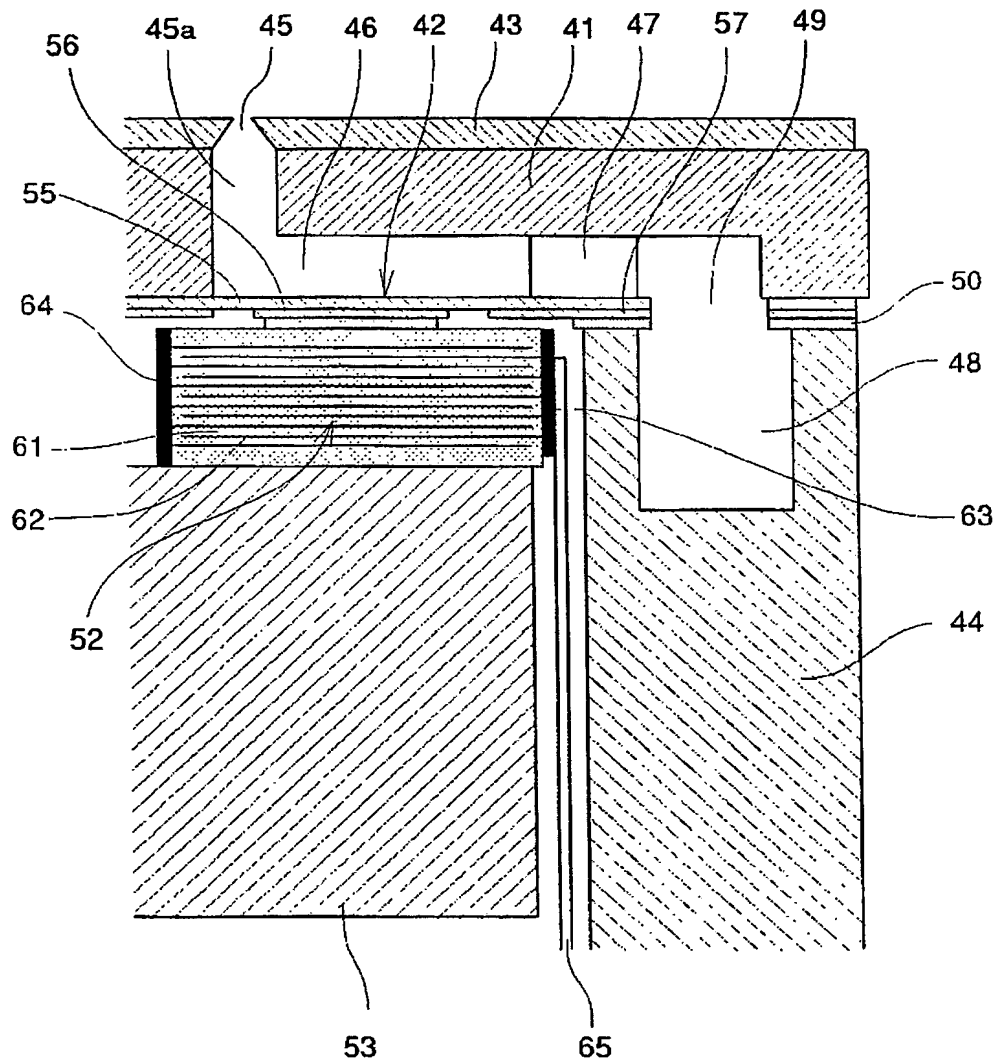
【図 1】



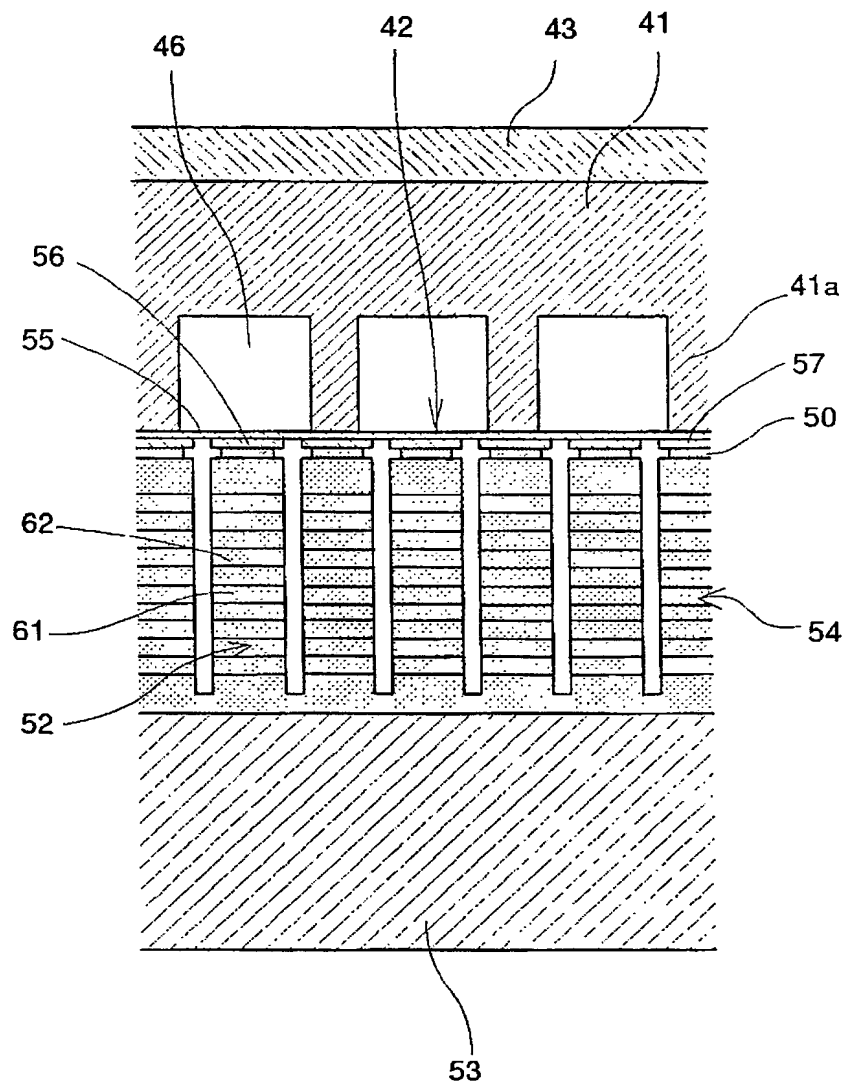
【図 2】



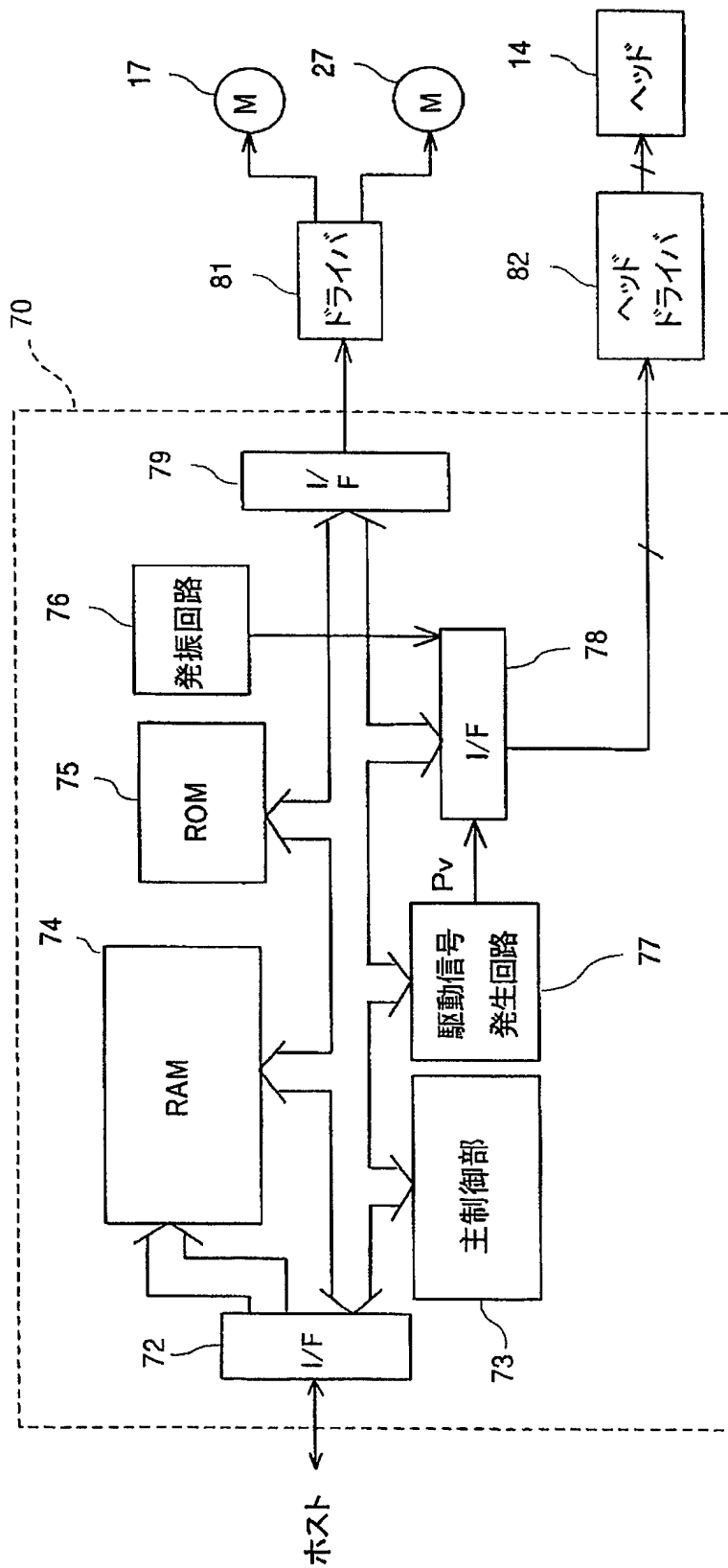
【図 3】



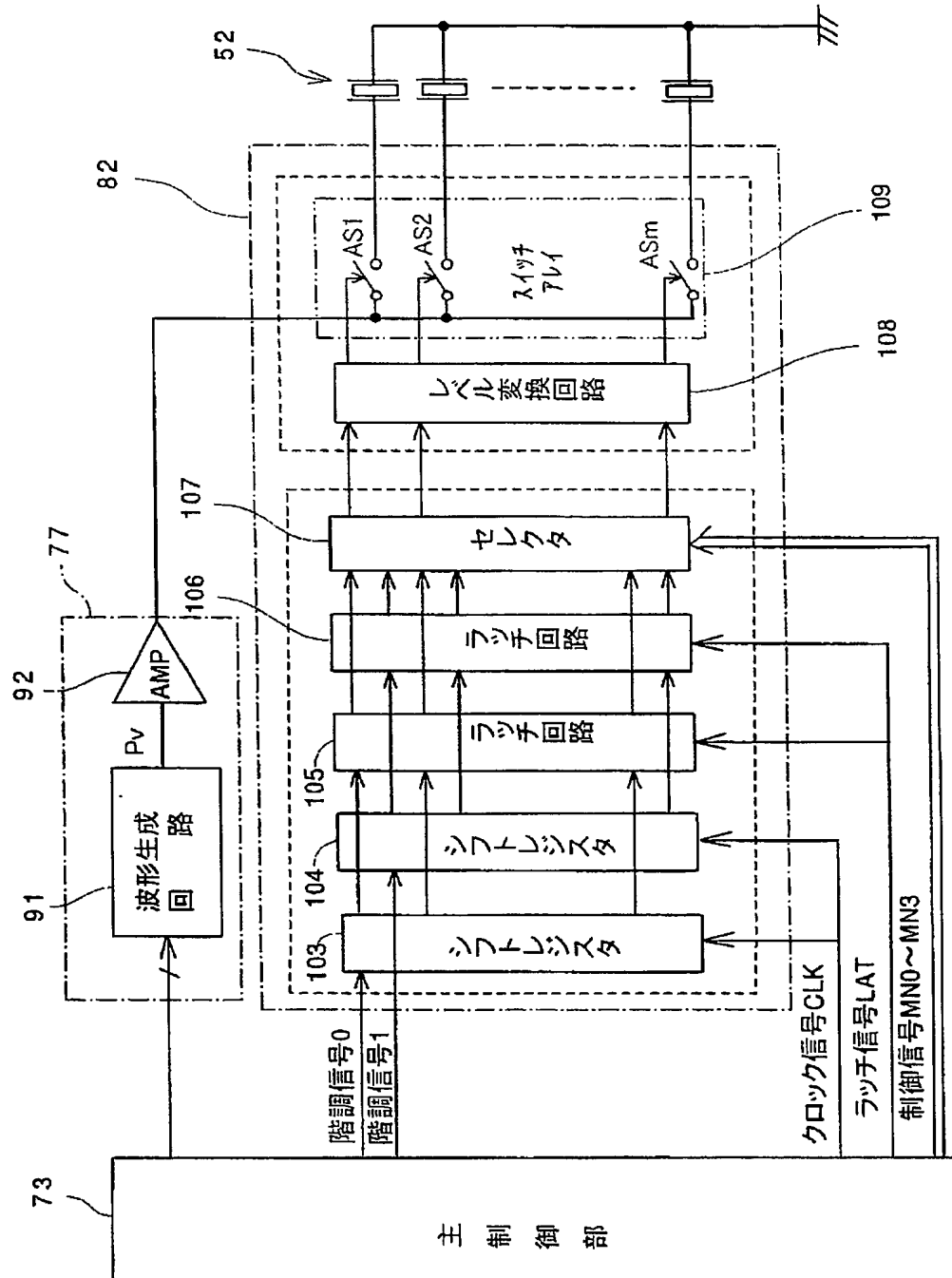
【図 4】



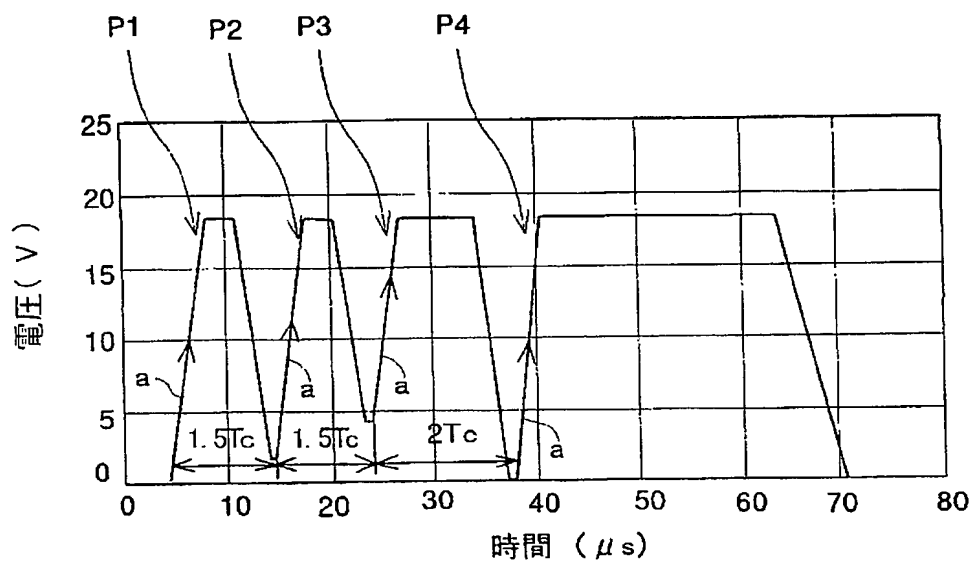
【図 5】



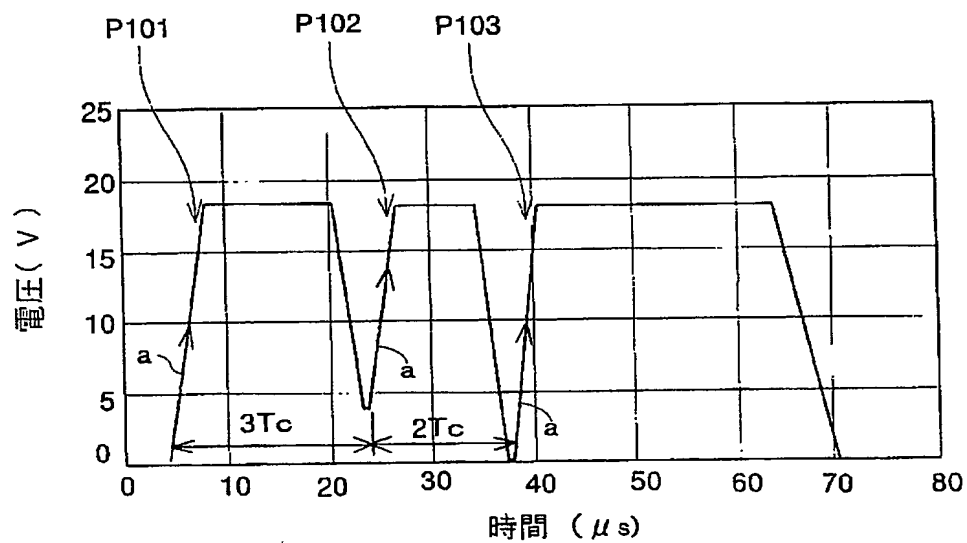
【図6】



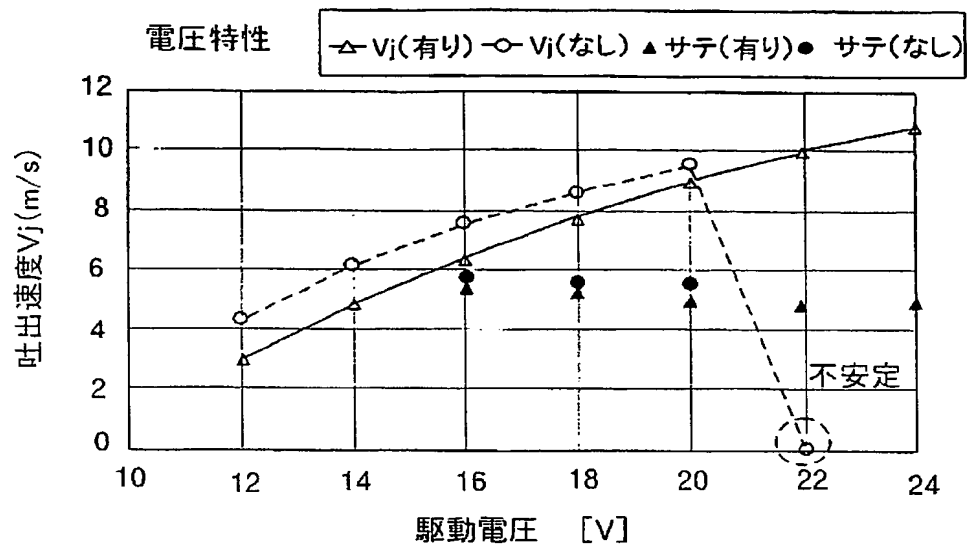
【図 7】



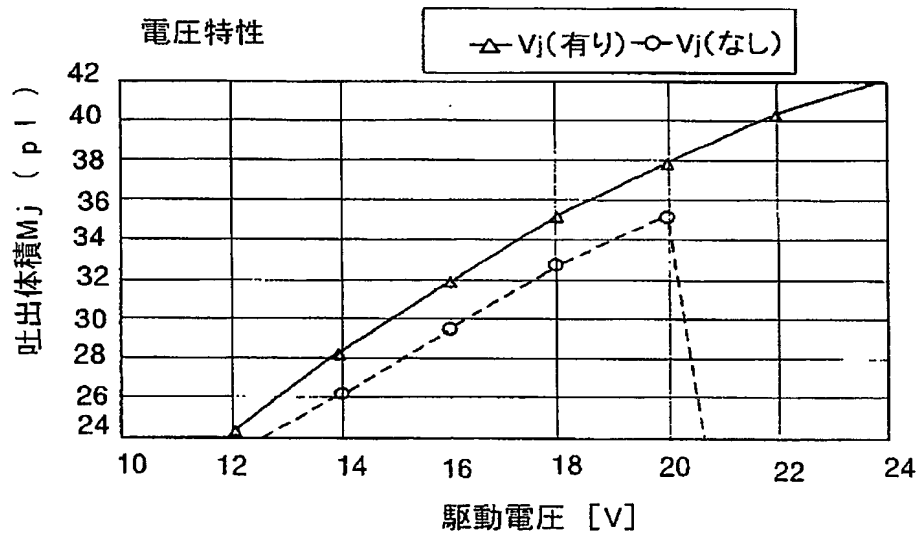
【図 8】



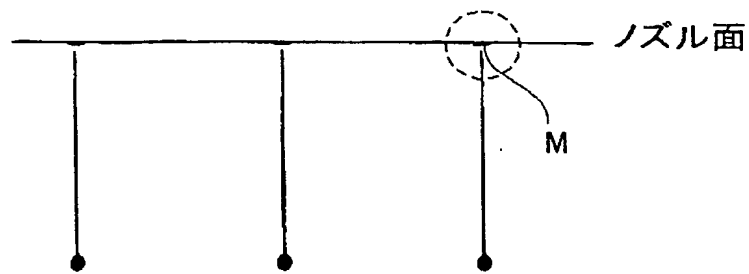
【図 9】



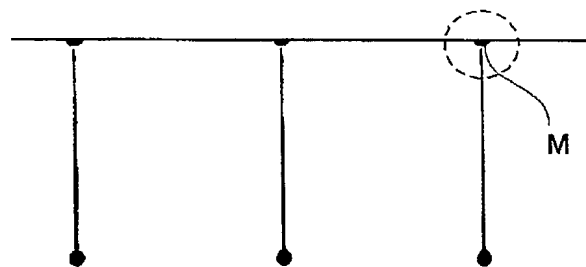
【図 10】



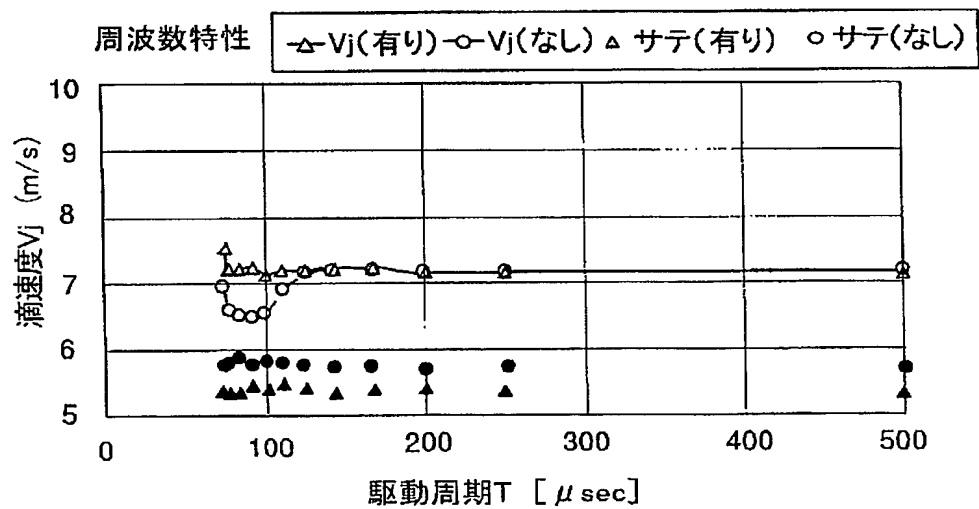
【図 1 1】



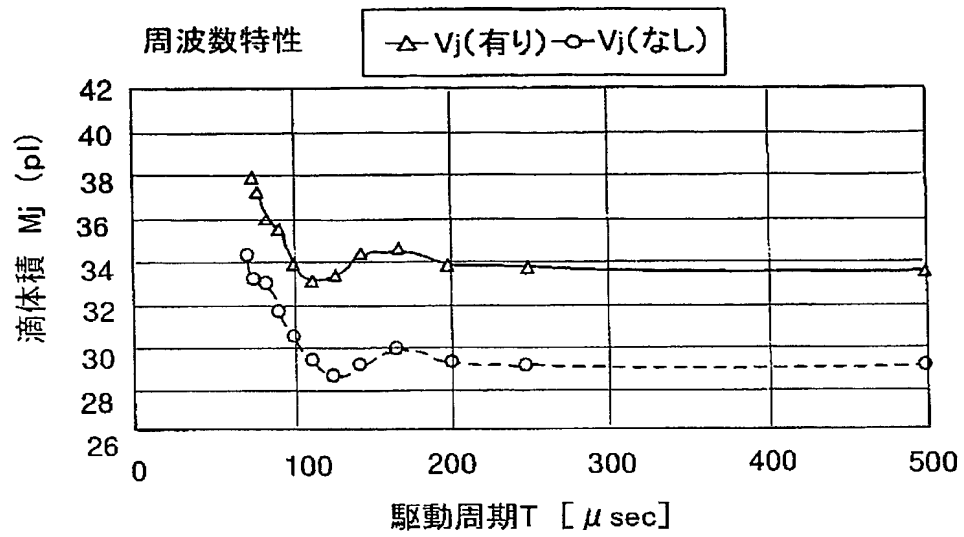
【図 1 2】



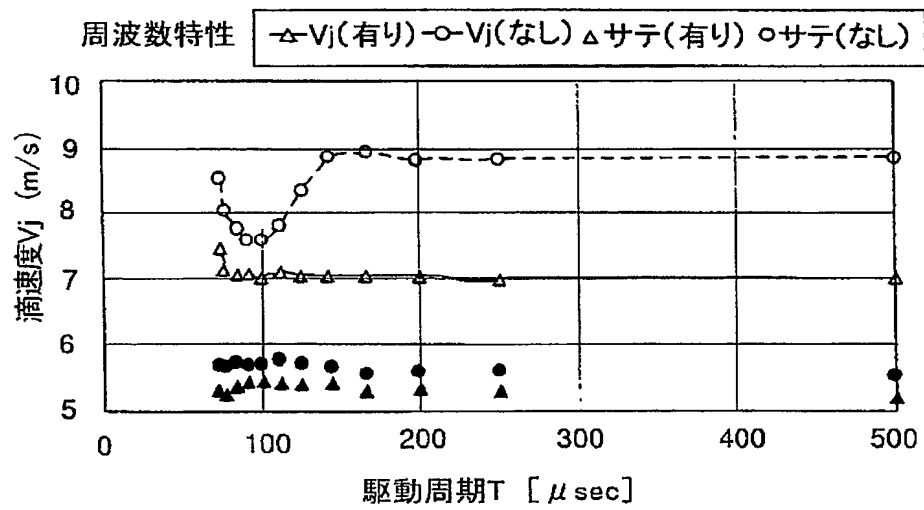
【図 1 3】



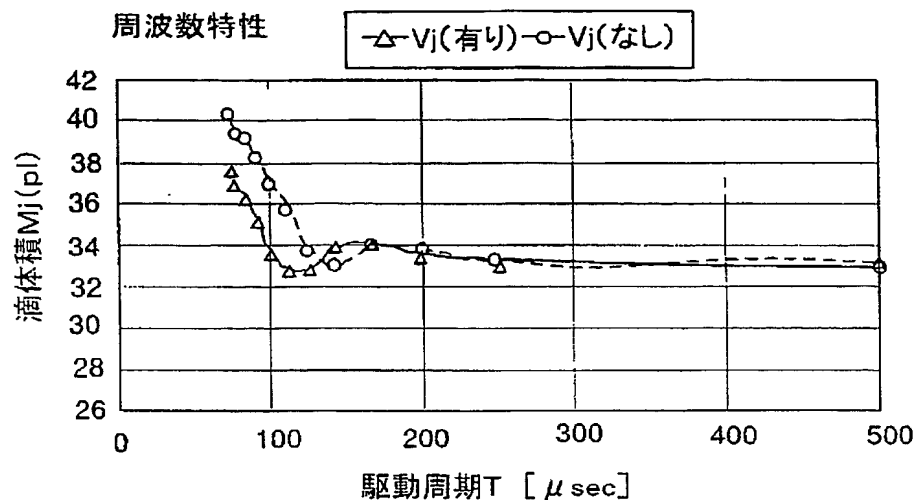
【図 14】



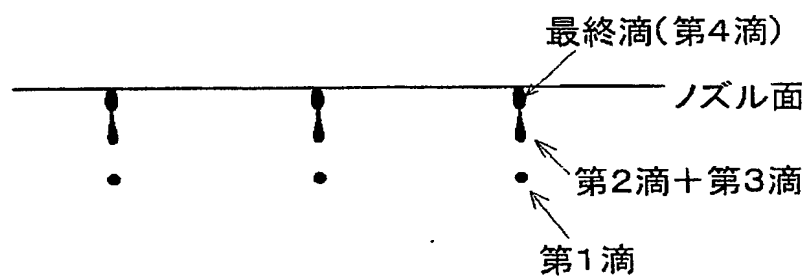
【図 15】



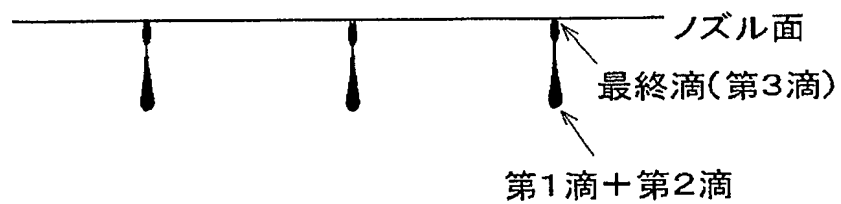
【図 16】



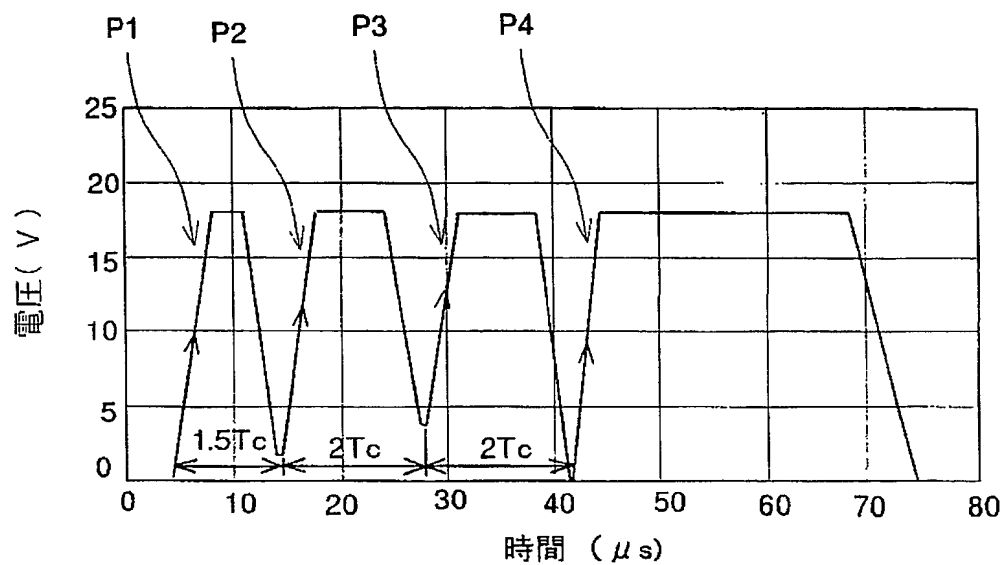
【図 17】



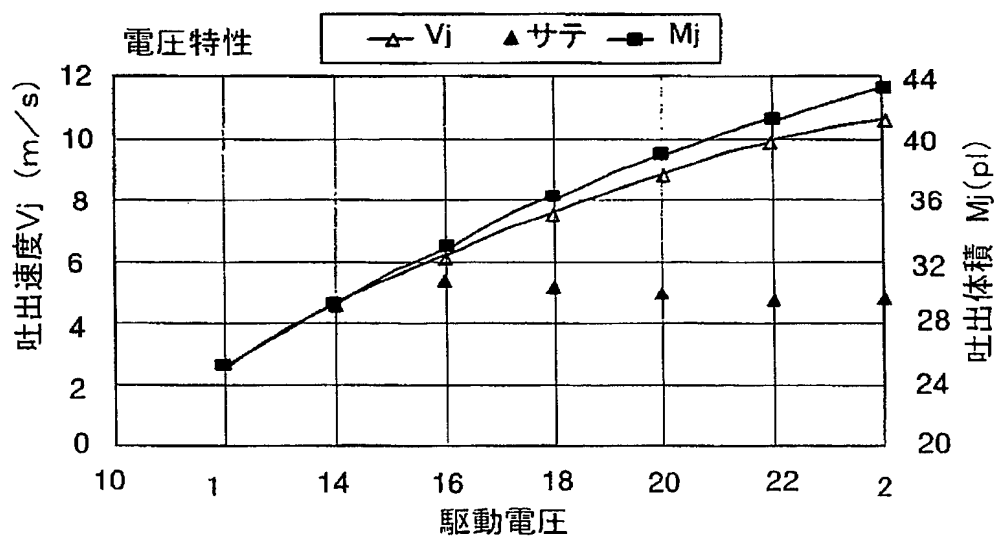
【図 18】



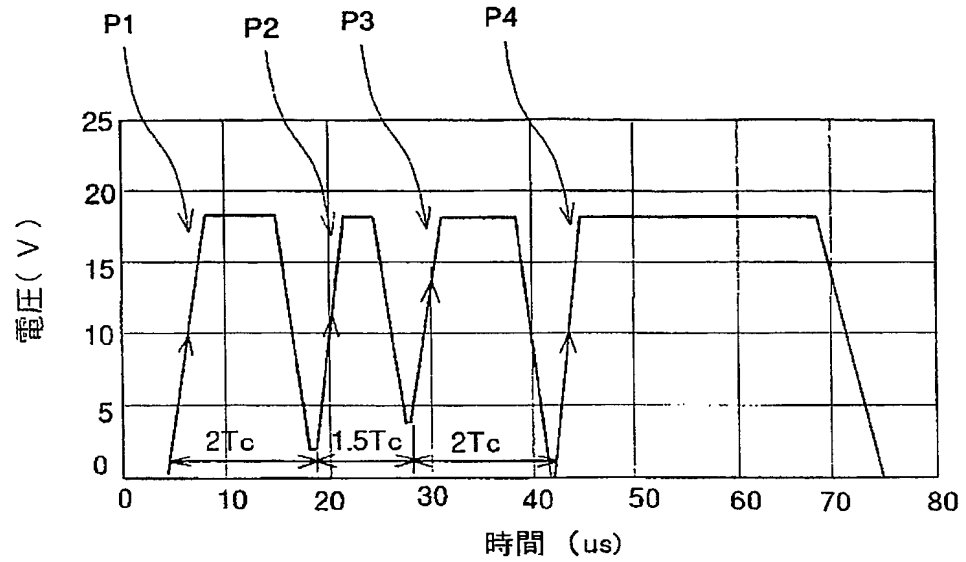
【図 19】



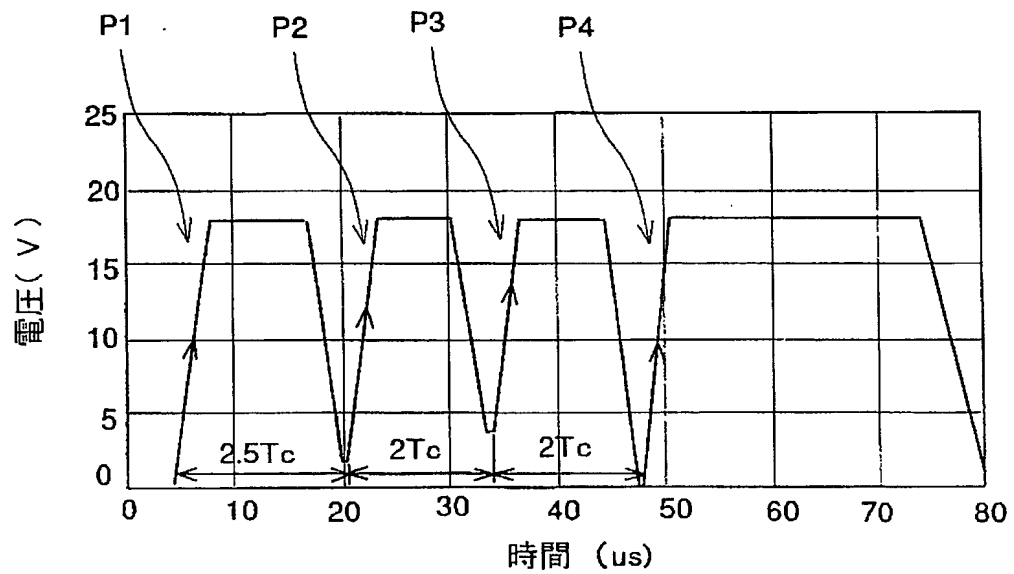
【図 20】



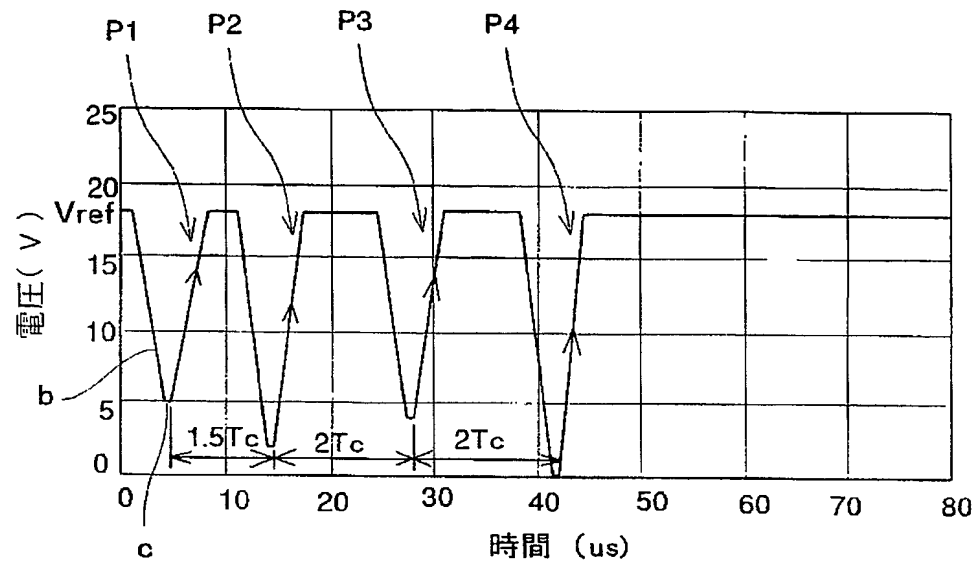
【図 2 1】



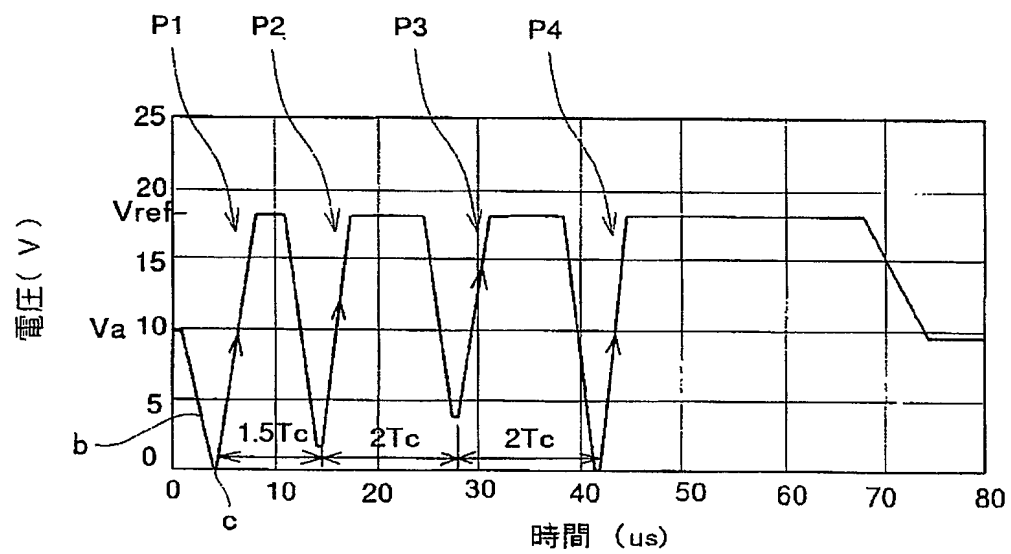
【図 2 2】



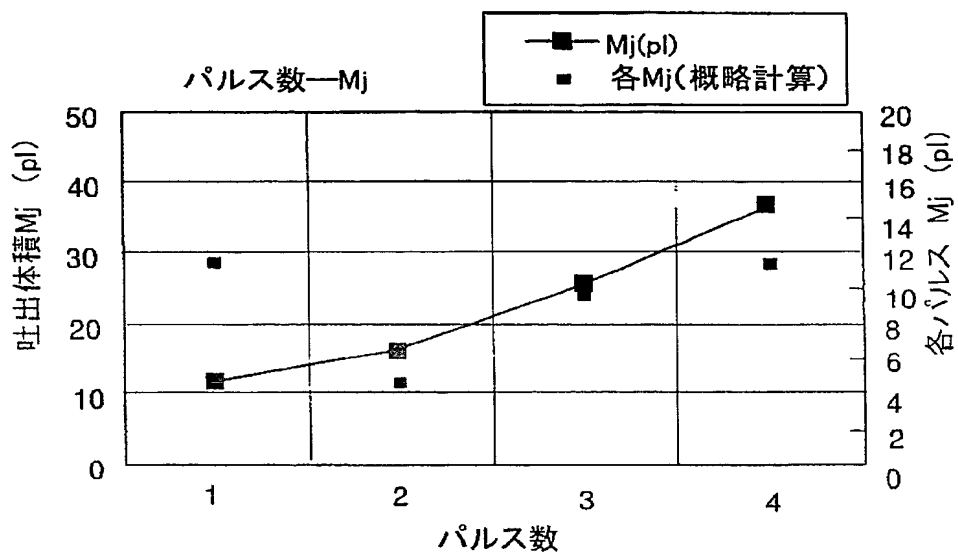
【図 23】



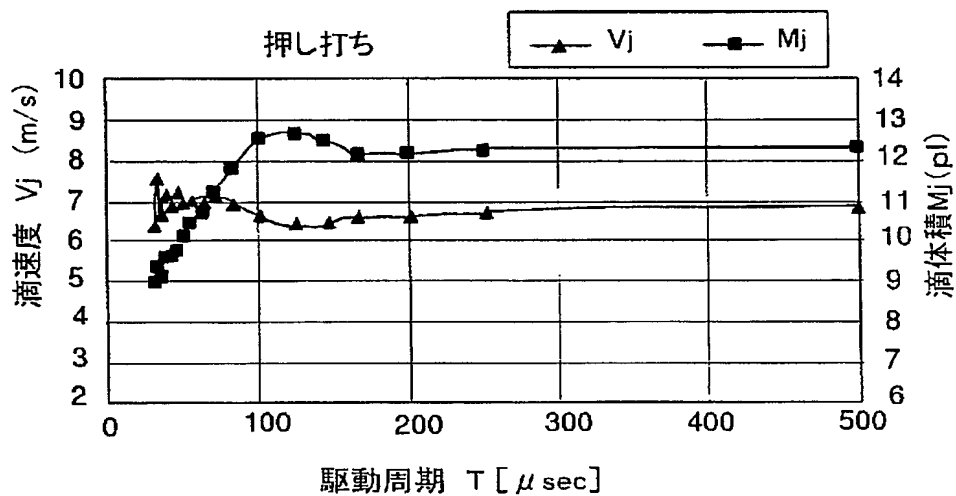
【図 24】



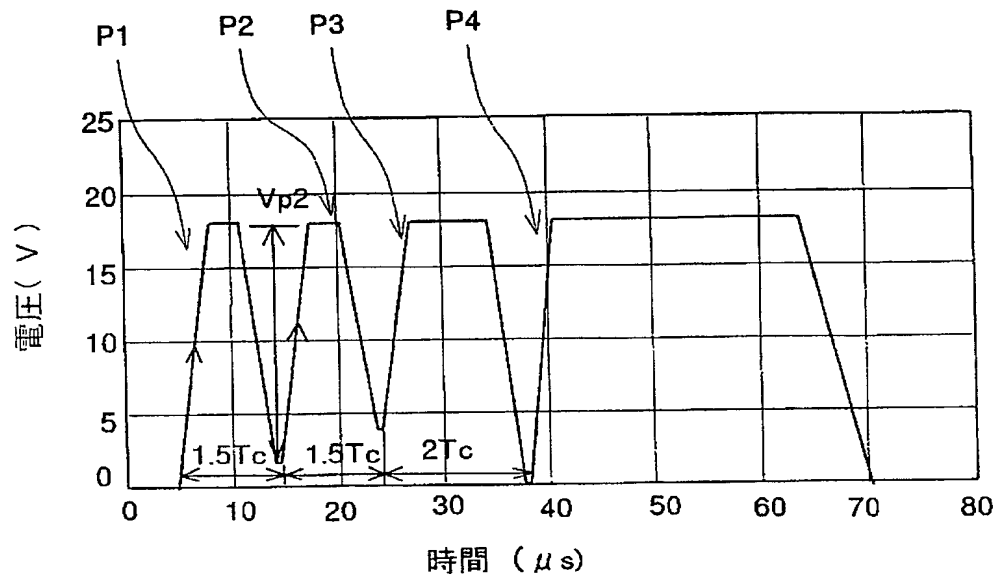
【図 25】



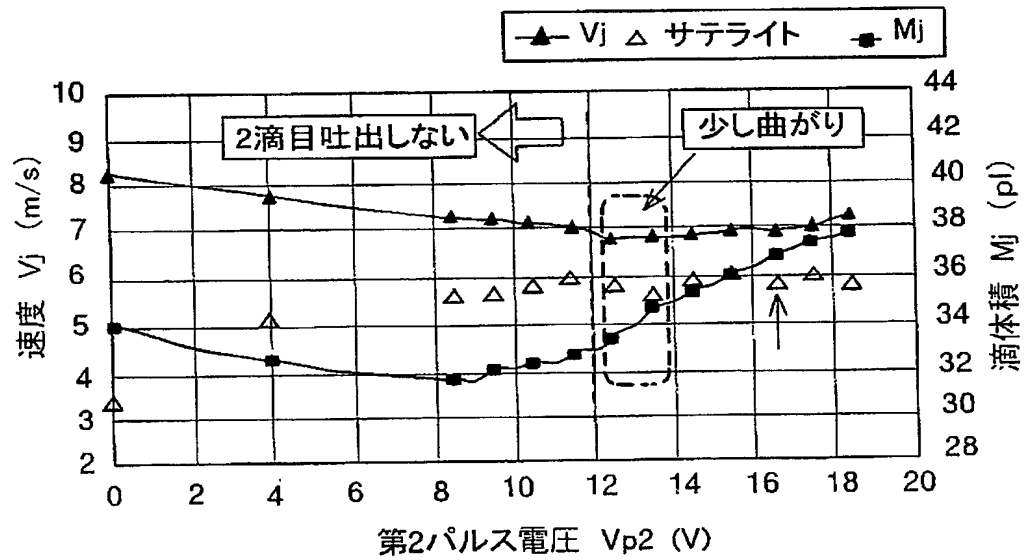
【図 26】



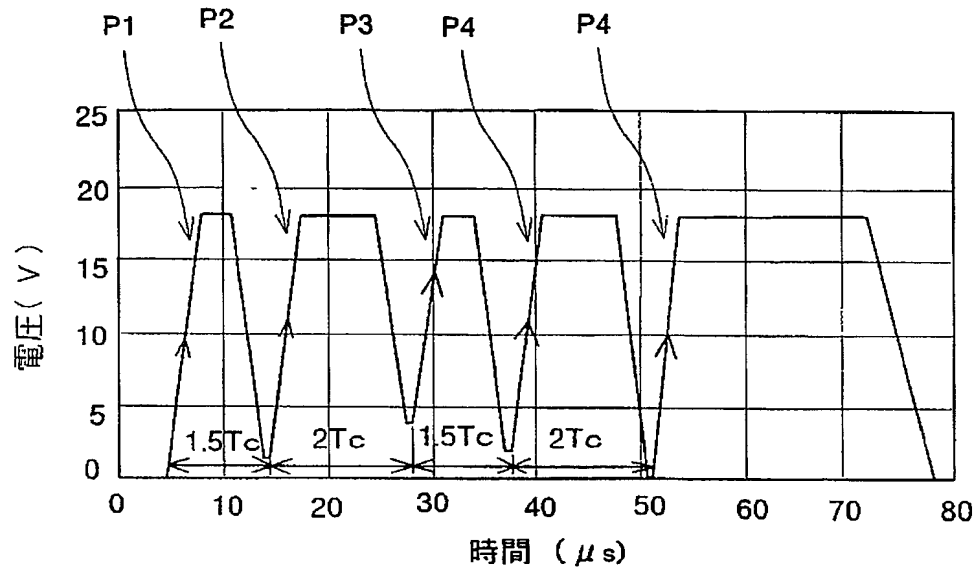
【図 27】



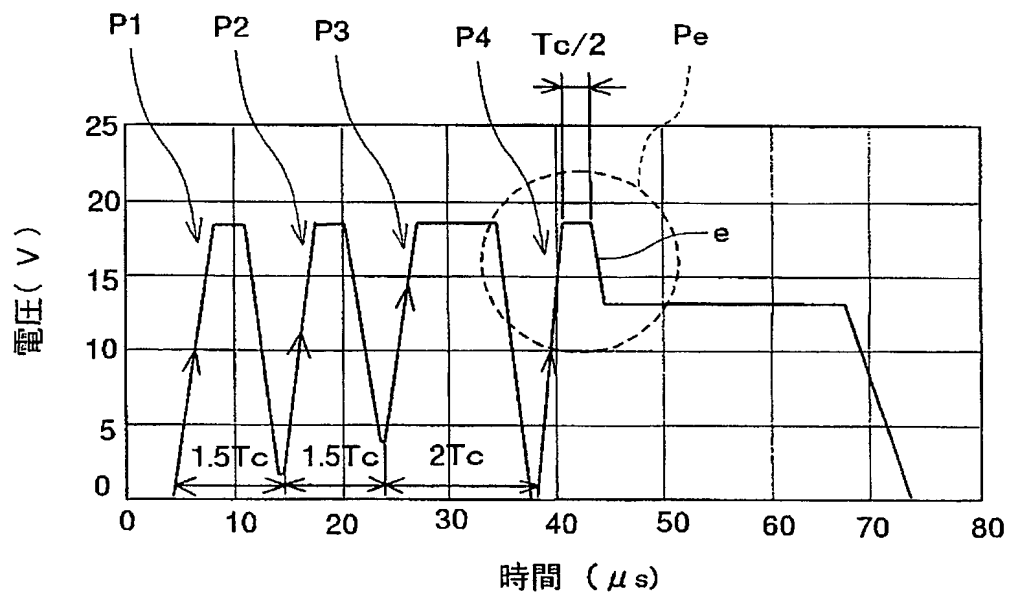
【図 28】



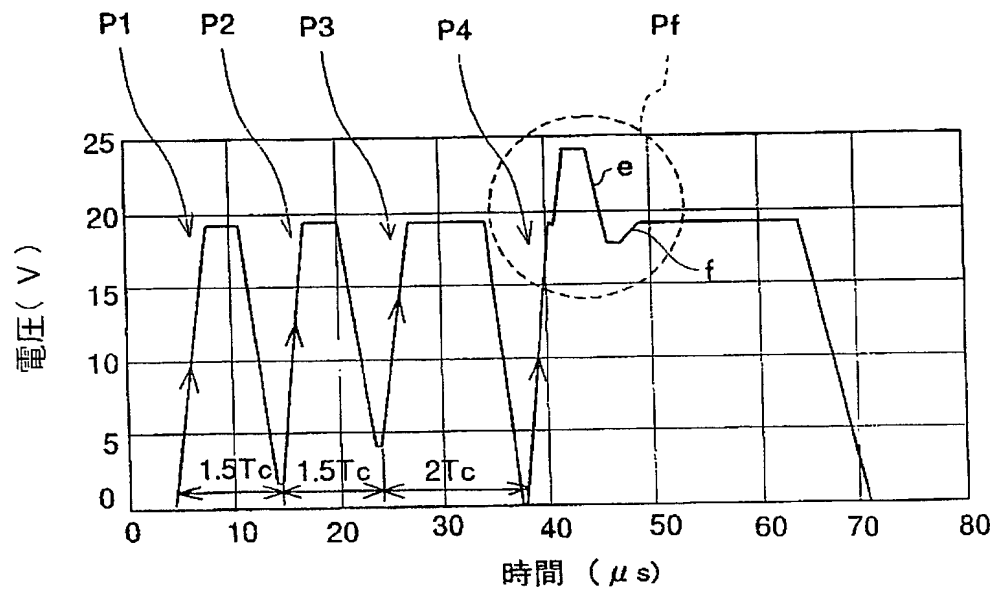
【図 29】



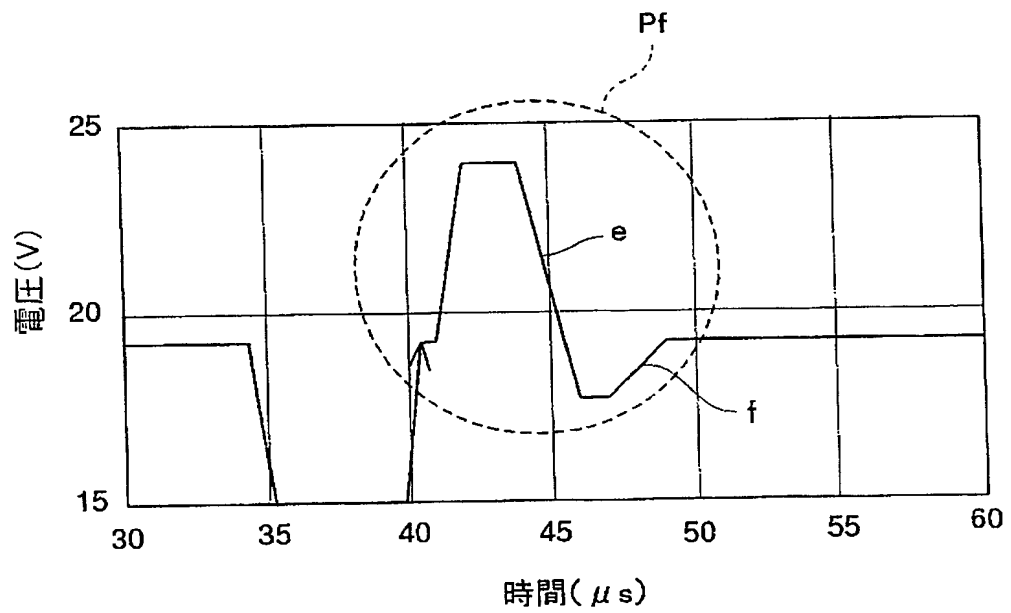
【図 30】



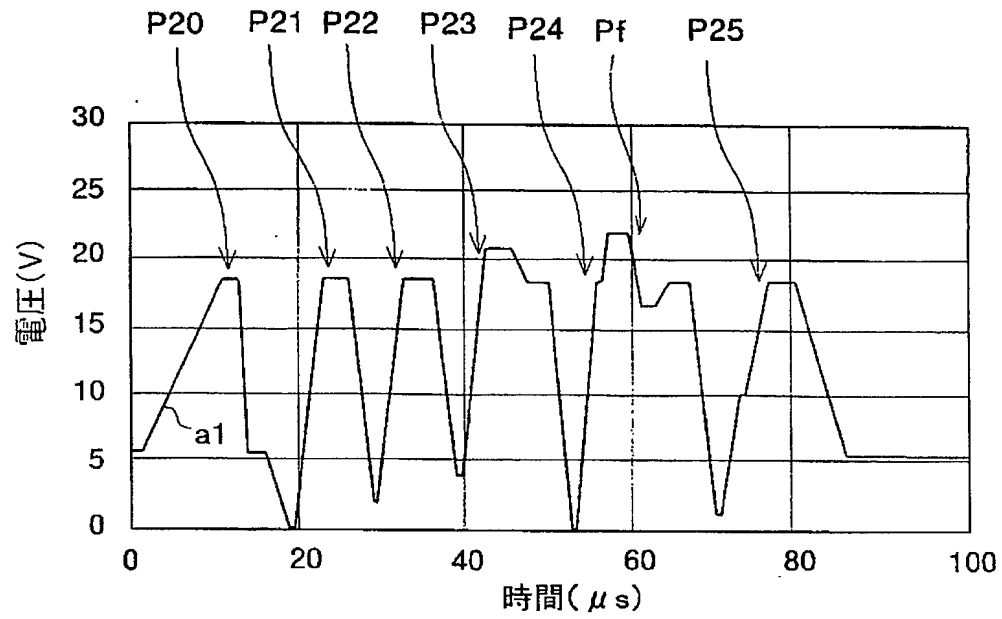
【図 3 1】



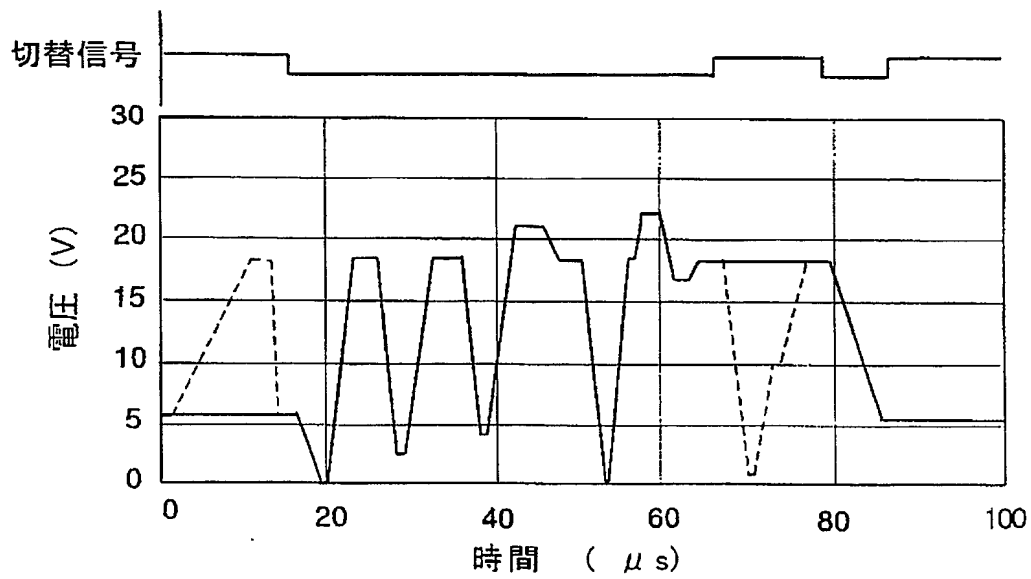
【図 3 2】



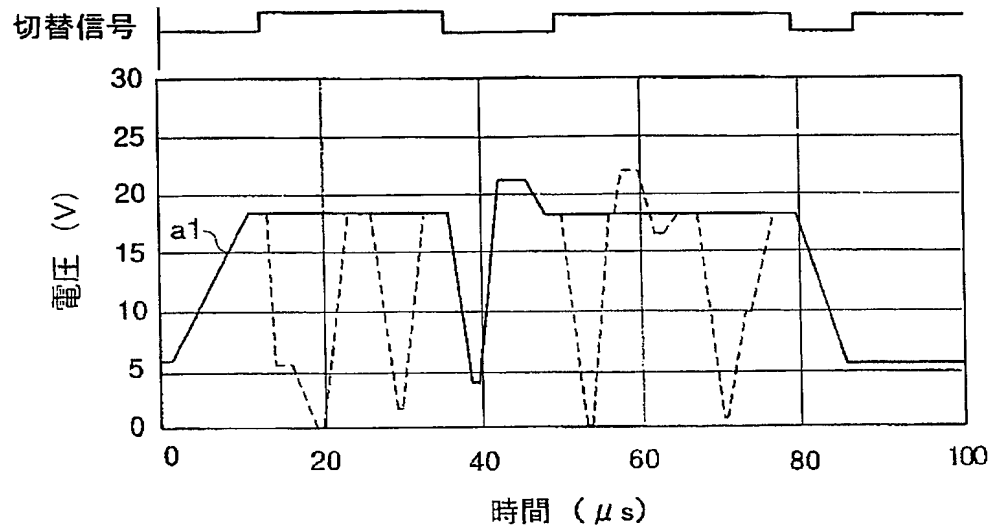
【図 3 3】



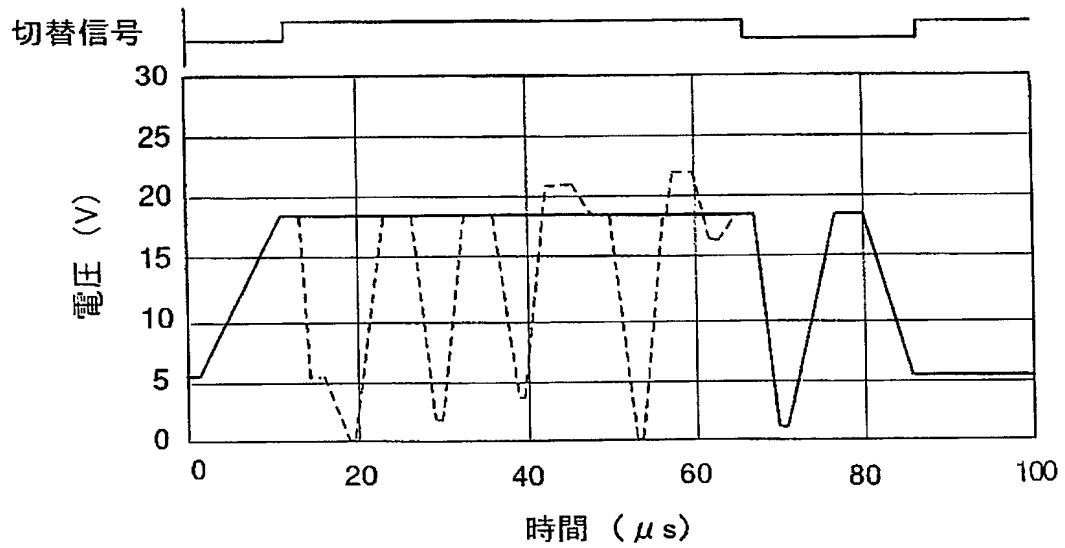
【図 3 4】



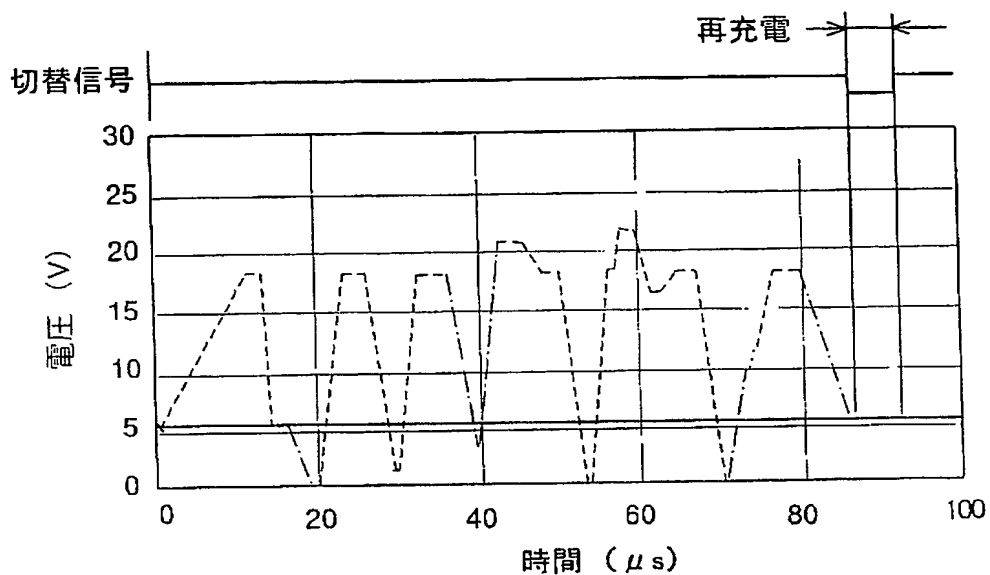
【図 3 5】



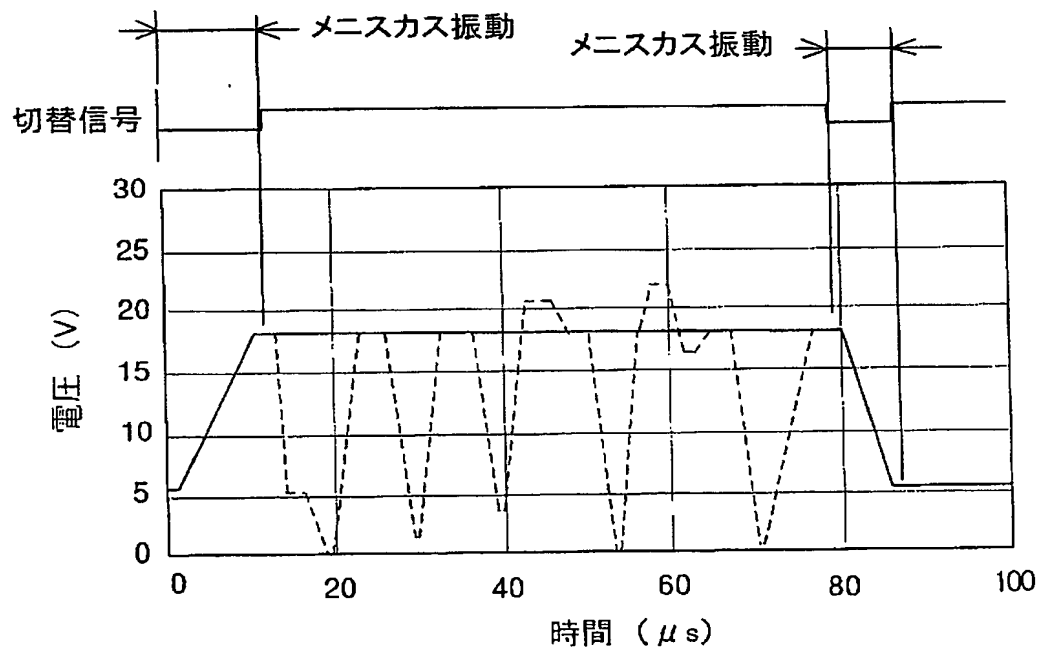
【図 3 6】



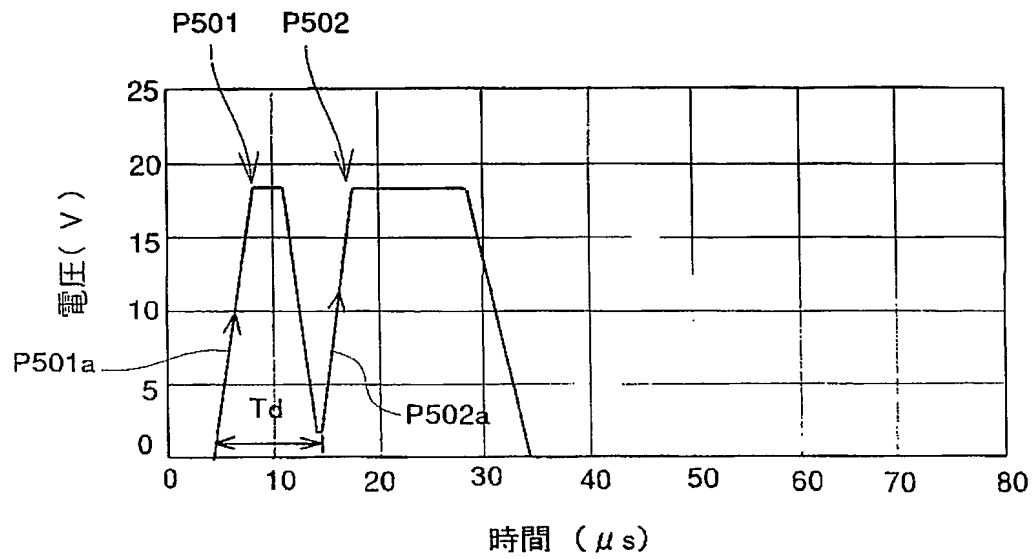
【図 37】



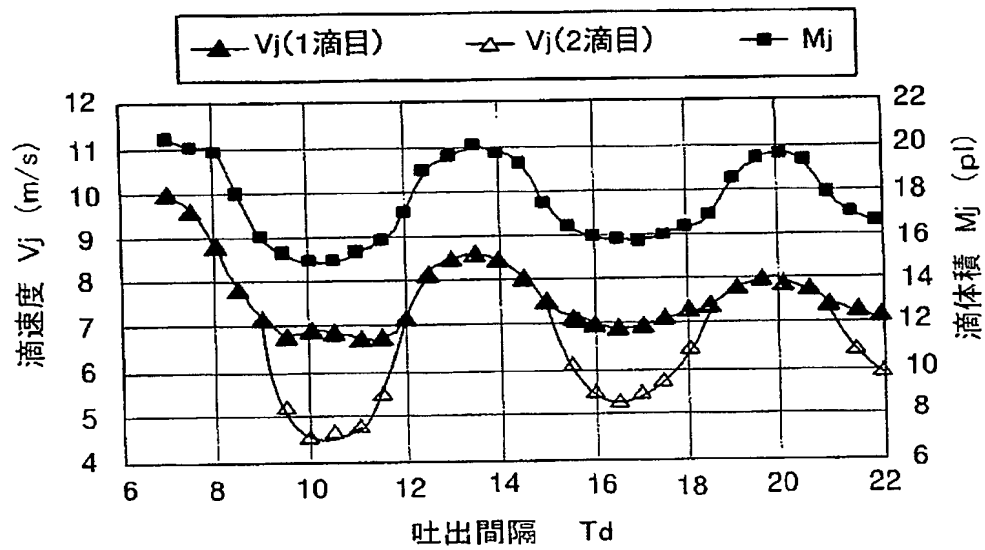
【図 38】



【図 39】



【図 40】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マージさせる滴数を増やすために圧力が重畳しあうタイミングで滴の吐出を繰り返すと、加圧液室の固有振動で最終滴が吐出後残留圧力振動だけで余分な滴が吐出する場合があります、これを抑制するために駆動電圧を制限すると、安定吐出する電圧マージンが非常に狭くなる。

【解決手段】 駆動パルス P 1 で吐出する第 1 滴と駆動パルス P 2 で吐出する第 2 滴との時間間隔（吐出間隔）及び駆動パルス P 2 で吐出する第 2 滴と駆動パルス P 3 で吐出する第 3 滴との吐出間隔を、それぞれ加圧液室 4 6 の固有振動周期を T_c としたとき、 $1.5 T_c$ に設定し、駆動パルス P 3 で吐出する第 3 滴と駆動パルス P 4 で吐出する第 4 滴との吐出間隔を $2 T_c$ に設定した。

【選択図】 図 7

特願 2003-183158

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006747]

1. 変更年月日

2002年 5月17日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名

株式会社リコー

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.